



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS.
CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA.

MEMORIA

Unai Borda García

José V. Valdenebro García

Pamplona, 25 de Junio de 2012

MEMORIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6.
1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	6.
1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EDIFICIO.....	6.
1.2.1. Emplazamiento y descripción del solar.....	6.
1.2.2. Descripción del edificio.....	7.
1.2.3. Distribución del edificio.....	8.
1.2.4. Características constructivas.....	15.
1.2.5. Normativa.....	15.
1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	18.
2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	19.
2.1. INTRODUCCIÓN.....	19.
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.....	20.
2.2.1. Solución adoptada en el proyecto.....	24.
2.3. CONDICIONES DE DISEÑO.....	25.
2.3.1. Condiciones interiores	25.
2.3.2. Condiciones exteriores.....	26.

2.4. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL EDIFICIO.....	26.
2.4.1. Balance térmico de la instalación.....	26.
(Limitación de demanda energética).....	26.
2.4.1.1. Determinación de la zona climática.....	26.
2.4.1.2. Generalidades.....	26.
2.4.1.3. Demanda energética.....	29.
2.4.2. Tipos de cerramientos que componen el edificio.....	30.
2.4.3.. Ficha justificativa de la opción simplificada.....	30.
1.4.3.1. Cálculos parámetros característicos medios...30.	
1.4.3.2. Conformidad. Demanda energética.....	34.
2.4.4. Condensaciones de los cerramientos.....	36.
2.4.4.1. Conformidad. Condensaciones.....	36.
 2.5. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DEL EDIFICIO.....	 38.
2.5.1. Perdidas por transmisión.....	38.
2.5.2. Perdidas por entrada de aire exterior.....	39.
2.5.3. Perdidas por suplementos	40.
 2.6. EMISORES.....	 40.
2.6.1. Selección de los emisores (radiadores).....	41.
2.6.2. Colocación y ubicación.....	44.
2.6.3. Accesorios.....	44.
 2.7. DISTRIBUCIÓN Y DIMENSIONADO DE LAS TUBERÍAS DE.....	 45.
CALEFACCIÓN.....	45.
2.7.1. Tipos básicos de instalación.....	45.

2.7.2. Tuberías.....	46.
2.7.3. Redes de distribución.....	47.
2.7.4. Llenado y vaciado de la instalación.....	49.
2.7.5. Sistema de regulación.....	49.
3. INSTALACIÓN DE A.C.S – APAYO SOLAR.....	50
3.1. TIPO DE INSTALACIÓN.....	50.
3.2. INSTALACIÓN A.C.S CONVENCIONAL.....	50.
3.2.1. Temperatura de preparación del agua.....	51.
3.2.2. Exigencia de higiene.....	52.
3.2.3. Intercambiador A.C.S.....	53.
3.2.4. Depósito A.C.S.....	54.
3.3. INSTALACIÓN SOLAR.....	55.
3.3.1 Introducción a la energía solar.....	55.
3.3.2 Consideraciones iniciales sobre la tecnología solar.....	55.
3.3.3. Aprovechamiento de las energías renovables.....	56.
3.3.4. Sistema captación solar.....	56.
3.3.4.1 Estructura soporte y anclajes.....	58.
3.3.5. Estudio de la instalación solar.....	59.
3.3.6. Elementos de seguridad: Aerotermo.....	63.
3.3.7. Intercambiadores solar.....	63.
3.3.8. Depósito solar.....	63.
3.3.9. Vaso de Expansión solar.....	64.

3.3.10. Red de Distribución de los colectores solares.....	65
3.3.11. Bombas en instalación.....	66.
3.4. PRODUCCIÓN DE CALOR.....	67.
3.4.1 Energía de biomasa.....	67.
3.4.1.1 Ventajas e inconvenientes.....	68.
3.4.1.2 Beneficios socio-económicos..... y medioambientales.....	68.
3.4.1.3 Tipos de calderas de biomasa.....	69.
3.4.1.4. Combustibles.....	71.
3.4.2. Pellets.....	72.
3.4.2.1. Fabricación de pellets.....	73.
3.5 CALDERA.....	74.
3.5.1. Chimenea.....	76.
3.5.2 Silo.....	77.
3.5.3 Bombas calefacción.....	79.
3.5.4. Vaso de expansión calefacción.....	79.
3.6. SALA DE CALDERAS.....	80.
3.6.1. Mantenimiento.....	80.
3.7. DISTRIBUCIÓN A.C.S.....	81.
3.7.1. Red distribución general.....	81.
3.7.2. Regulación sistema A.C.S.....	82.
3.7.3. Vaso expansión A.C.S.....	82.

3.7.4. Bomba A.C.S.....	83.
3.7.5. Contadores.....	83.
3.7.6. Válvulas.....	83.
3.7.6.1. Válvulas de seguridad.....	84.
3.7.6.2. Válvulas anti-retorno.....	84.
3.7.6.3. Válvula de paso.....	85.
3.7.6.4. Válvula de 3 vías.....	85.
3.7.7. Aparatos sanitarios.....	85.

1. INTRODUCCION

1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es definir la instalación de Calefacción y A.C.S. (Agua caliente sanitaria) con apoyo de energía solar térmica y caldera de biomasa, que se llevará a cabo en 18 viviendas en un edificio de cuatro plantas en Peralta (Navarra).

Para ello se utilizaran energías renovables, energía solar térmica (para el apoyo del agua caliente sanitaria) y energía de biomasa (para la calefacción).

Objeto del proyecto es también el dimensionado de los diferentes elementos y componentes que componen la instalación así como definir las características técnicas y económicas de los mismos. Además de intentar obtener el mayor rendimiento y eficiencia energética, cumpliendo todos los requerimientos de las normativas vigentes.

El proyecto incluye la valoración económica de toda la instalación (PRESUPUESTO), ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD y PLIEGO DE CONDICIONES.

1.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL EDIFICIO.

1.2.1. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR

El edificio proyectado está situado la localidad de Peralta, situada en la parte sur de la Comunidad Foral de Navarra. Su término municipal tiene una superficie de 89 km² y limita al norte con Falces, al este con Marcilla, al sur con Funes y al oeste con Azagra, San Adrián y Andosilla.

El edificio se encuentra ubicado en una parcela urbanizada delimitada por las siguientes calles:

- Calle de San Blas.
- Travesía Ega.
- Calle Don Antonio Sagardia.
- Avenida Leizaur.

(La zona de parcela destinada al edificio de 18 viviendas no ocupará la totalidad de la misma ya que comparte situación con edificio contiguo ya construido). Para ver la ubicación exacta véase el plano N°1 del documento PLANOS.

El edificio de 18 viviendas de Peralta se encuentra a 291msnm (metros sobre el nivel del mar), con latitud 42° N. (Exacto: 42° 19' 59" N, 1° 48' 0" W), siendo la temperatura media anual de 13,5 °C a 14.5 °C,

Sus características climáticas coinciden con las de Pamplona, ya que según el documento Básico HE. Ahorro de energía.(Apéndice D, zonas climáticas, en el apartado D1). Para la determinación de la zona climática a partir de valores tabulados, si la diferencia de alturas es menor a 200m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará , para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Por lo tanto se trabajará con una zona climática tipo D1, que es la que hace referencia a Pamplona, cuya altura de referencia son 456 msnm (metros sobre el nivel del mar)

Otros datos de interés para la determinación del emplazamiento es su proximidad con Pamplona, de menos de 59.5 km,

La superficie plana del solar es de 1346 m². El solar posee edificaciones contiguas que ocupan 530 m² por lo que nuestro edificio ocupará una superficie total de **816 m²**. El edificio se ubica en un barrio con infraestructuras actuales y cuenta con toma de agua potable de la red, así como el suministro eléctrico, red de tuberías de saneamiento, que no son objeto de este proyecto.

1.2.2. DESCRIPCION DEL EDIFICIO DE VIVIENDAS

Dicho edificio consta de cuatro plantas repartidas en: Planta baja, (zona de garaje/trastero y caldera, contadores, etc.)Primera planta, (8 viviendas denominadas simples en una sola planta). Segunda planta, (8 viviendas tipo dúplex y 2 simples en una sola planta). Tercera planta, (los segundos pisos de los dúplex de la segunda planta y sus correspondientes terrazas).Cubierta, (donde se ubicará los paneles solares, aerotermo, telecomunicaciones, etc.)

La planta del ático consta de terrazas, por lo que restringe en cierta forma el área de de cubierta tipo tejado

La planta baja no necesita ser calefactadas, por lo que las instalaciones diseñadas cubrirán la demanda de las planta primera, segunda, tercera-ático. En total serán 18 viviendas localizadas en un mismo edificio con caldera de biomasa centralizada.

1.2.3. DISTRIBUCION DEL EDIFICIO

Altura del edificio = 12 m.

Altura entre plantas = 2.50 m. (zona ático abuhardillada variable).

La distribución de las plantas del edificio y las superficies de cada uno de los locales es la siguiente:

- **PLANTA BAJA**

PLANTA BAJA				
GARAJES/ TRASTEROS	Nº numero	altura m	Superficie útil (m²)	Superficie total(m²)
	Nº1	3.17	35.19	
	Nº2	3.17	36.36	
	Nº3	3.17	29.43	
	Nº4	3.17	30.73	
	Nº5	3.17	32.34	
	Nº6	3.00	33.52	
	Nº7	3.00	34.34	
	Nº8	3.00	27.19	
	Nº9	3.00	27.53	
	Nº10	3.00	26.84	
	Nº11	3.48	28.71	
	Nº12	3.48	28.32	
	Nº13	3.48	27.92	
	Nº14	3.74	30.72	
	Nº15	3.74	30.82	
	Nº16	3.74	31.31	
	Nº17	3.74	31.34	
	Nº18	3.74	30.79	
	Nº19	4.31	30.76	
	Nº20	4.31	30.43	
	Nº21	4.31	29.26	
	Zonas común	3.00-3.48	56.32	
	Entrada/pasillo	3.00-3.24	42.93	
Total (m²)			804.76	804.76 m²

- **PRIMERA PLANTA.**

La distribución de las viviendas A y D es la misma, siendo la fachada A.(Norte) y D.(Sur).

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) A / D	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Cocina	2.50	10.44 / 11.47	
	Dormitorio 1	2.50	13.83 / 14.91	
	Dormitorio 2	2.50	14.53 / 14.40	
	Dormitorio 3	2.50	11.39 / 11.44	
	Baño 1	2.50	4.95	
	Baño 2	2.50	3.21 / 3.00	
	Salón-comedor	2.50	22.39 / 23.43	
	Pasillo	2.50	6.37	
	Hall	2.50	4.59	
Total m²			91.34 / 94.56	91.34 / 94.56

La distribución de las viviendas B y C es la misma, siendo la fachada B.(Norte) y C.(Sur).

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) B / C	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Cocina	2.50	10.42 / 11.25	
	Dormitorio 1	2.50	13.98 / 14.89	
	Dormitorio 2	2.50	11.83 / 11.43	
	Dormitorio 3	2.50	13.68 / 13.82	
	Baño 1	2.50	4.6 / 4.44	
	Baño 2	2.50	3.32	
	Salón-comedor	2.50	21.61 / 22.23	
	Pasillo	2.50	5.34 / 5.49	
	Hall	2.50	3.24 / 4.00	
Total m²			88.02 / 90.87	88.02 / 90.87

La distribución de las viviendas E y H es la misma, siendo la fachada E.(Norte) y H.(Sur).

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) E / H	Distribución	Altura m	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Salón - Cocina	2.50	28.11 / 27.07	
	Dormitorio 1	2.50	11.84 / 12.60	
	Dormitorio 2	2.50	11.00	
	Baño 1	2.50	4.16	
	Hall	2.50	5.70	
Total m ²			60.81 / 60.53	60.81 / 60.53

La distribución de las viviendas F y G es la misma, siendo la fachada F.(Norte) y G.(Sur).

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) F / G	Distribución	Altura m	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Cocina	2.50	12.62 / 12.18	
	Dormitorio 1	2.50	13.92 / 13.62	
	Dormitorio 2	2.50	12.22 / 12.00	
	Dormitorio 3	2.50	10.60 / 10.92	
	Baño 1	2.50	4.58 / 4.58	
	Baño 2	2.50	3.02	
	Salón-comedor	2.50	24.10 / 23.72	
	Pasillo	2.50	6.36	
	Hall	2.50	5.48	
Total m ²			92.9 / 91.88	92.9 / 91.88

- **SEGUNDA PLANTA.**

La distribución de las viviendas A y F es la misma, siendo la fachada A.(Norte) y F.(Sur).

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) A / F	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Balcón	2.50	4.11 / 2.91	
	Dormitorio 1	2.50	13.66 / 15.30	
	Dormitorio 2	2.50	14.48 / 15.14	
	Dormitorio 3	2.50	15.40 / 14.83	
	Baño 1	2.50	4.29 / 4.46	
	Baño 2	2.50	3.15	
	Escaleras	2.50	4.65	
	Pasillo	2.50	5.26 / 5.15	
	Hall	2.50	7.63	
Total 2ºP m²			72.63 / 73.22	72.63 / 73.22

La distribución de las viviendas B y E es la misma, siendo la fachada B.(Norte) y E.(Sur).

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) B / E	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Dormitorio 1	2.50	15.27 / 16.82	
	Dormitorio 2	2.50	12.84 / 13.87	
	Escaleras	2.50	4.17	
	Hall	2.50	6.43 / 7.48	
	Baño 1	2.50	6.20	
Total 2ºP m²			44.91 / 48.54	44.91 / 48.54

La distribución de las viviendas C y D es la misma, siendo la fachada C.(Norte) y D.(Sur).

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) C / D	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Balcón	2.50	4.11 / 2.91	
	Dormitorio 1	2.50	13.65 / 14.56	
	Dormitorio 2	2.50	12.13 / 12.56	
	Dormitorio 3	2.50	11.06 / 11.06	
	Baño 1	2.50	4.44	
	Baño 2	2.50	3.04	
	Escaleras	2.50	4.16	
	Pasillo	2.50	4.63	
	Hall	2.50	8.32	
Total 2ºP m²			65.54 / 65.68	65.54 / 65.68

La distribución de las viviendas G y J es la misma, siendo la fachada G.(Norte) y J.(Sur).

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) G / J	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Balcón	2.50	4.27 / 3.01	
	Dormitorio 1	2.50	12.77 / 12.94	
	Dormitorio 2	2.50	13.32 / 13.06	
	Dormitorio 3	2.50	12.38 / 12.41	
	Baño 1	2.50	4.62	
	Baño 2	2.50	2.98	
	Escaleras	2.50	4.08	
	Pasillo	2.50	5.96	
	Hall	2.50	3.31	
Total 2ºP m²			63.69 / 62.37	63.69 / 62.37

La distribución de las viviendas H y I es la misma, siendo la fachada H.(Norte) y I.(Sur).

IGUAL que “F” y “G” de la PRIMERA PLANTA.

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) H / I	Distribución	Altura m	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Cocina	2.50	12.50 / 12.18	
	Dormitorio 1	2.50	13.92 / 13.63	
	Dormitorio 2	2.50	12.22 / 12.00	
	Dormitorio 3	2.50	10.60 / 10.92	
	Baño 1	2.50	4.58	
	Baño 2	2.50	3.02	
	Salón-comedor	2.50	24.10 / 23.72	
	Pasillo	2.50	6.36	
	Hall	2.50	3.79	
Total 2ºP m ²			92.9 / 91.88	92.9 / 91.88

• TERCERA PLANTA. - ÁTICO -

La distribución de las viviendas A y F es la misma, siendo la fachada A.(Norte) y F.(Sur).

TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) A / F	Distribución	Altura Abuhardillada	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Cocina	2.50-3.59/3.31	10.79	
	Distribuidor	2.50-3.59/3.31	7.40	
	Aseo	2.50-3.59/3.31	3.44	
	Terraza	libre	10.07 / 16.41	
	Salón-comedor	2.22/2.10-3.59	24.42 / 27.40	
Total 3ºP m ²		-	56.12 / 65.41	
Total 2ºP m ²		2.50	72.63 / 73.22	
Total m ²			128.75 / 138.63	128.75 / 138.63

La distribución de las viviendas B y E es la misma, siendo la fachada B.(Norte) y E.(Sur).

TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLIX) B / E	Distribución	Altura Abuhardillada	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Cocina	2.22/2.10-3.59	9.26 / 10.52	
	Distribuidor	2.50-3.59/3.31	7.68 / 7.87	
	Baño 2	2.50-3.59/3.31	2.77	
	Terraza		25.15 / 26.25	
	Salón-comedor	2.22/2.10-3.59	24.24 / 26.59	
	Dormitorio 3	2.22/2.10-3.59	10.64 / 11.28	
Total 3ºP m ²		-	79.74 / 85.28	
Total 2ºP m ²		2.50	44.91 / 48.54	
Total m ²			124.65 / 133.82	124.65 / 133.82

La distribución de las viviendas C y D es la misma, siendo la fachada C.(Norte) y D.(Sur).

TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLIX) C / D	Distribución	Altura Abuhardillada	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Cocina	2.50-3.59/3.31	9.19 / 9.13	
	Distribuidor	2.50-3.59/3.31	5.57 / 5.43	
	Aseo	2.50-3.59/3.31	2.27	
	Terraza	libre	23.70 / 23.78	
	Salón-comedor	2.22/2.10-3.59	25.12 / 25.41	
	Pasillo	2.50-3.59/3.31	6.78 / 6.65	
Total 3ºP m ²		-	72.63 / 72.67	
Total 2ºP m ²		2.50	65.54 / 65.68	
Total m ²			138.17 / 138.35	138.17 / 138.35

La distribución de las viviendas G y J es la misma, siendo la fachada G.(Norte) y J.(Sur).

TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) G / J	Distribución	Altura Abuhardillada	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Cocina	2.21-2.61	10.84 / 10.87	
	Distribuidor	2.50-3.59	6.42 / 6.41	
	Aseo	2.50-3.59	2.40 / 2.34	
	Terraza	libre	52.97 / 51.26	
	Salón-comedor	2.21-2.61	26.93 / 26.98	
Total 3ºP m ²		-	99.56 / 97.86	
Total 2ºP m ²		2.50	63.69 / 62.37	
Total m ²			163.25 / 160.23	163.25 / 160.23

1.2.4. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

El proyecto de instalación que vamos a realizar, toma las bases de comienzo de los planos de arquitectura del edificio de viviendas, así como del listado de materiales que componen los cerramientos. Estos datos forman la envolvente del edificio a climatizar, y son el punto de partida para los cálculos.

Primeramente se valorará los diferentes tipos de cerramientos que componen el edificio, hay que determinar y especificar la zona climática donde se ubica el edificio además de otros aspectos relevantes acudiendo al CTE. Este nos limitará la calidad de dichos cerramientos entre otros parámetros importantes.

1.2.5. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para la realización de este proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

1. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN:

- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 28-marzo-2006).
- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 25-enero-2008).

- Real Decreto 1371/2007 de 19 de Octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 23-octubre-2007).
- Corrección de errores del Real Decreto 1371/2007 de 19 de Octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 23-octubre-2007).

Destacan los siguientes documentos:

- **Documento Básico HE Ahorro de Energía** (abril 2009).

Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

En sus apartados:

- HE 1 Limitación de Demanda Energética.
- HE 2 Rendimiento de las Instalaciones Térmicas.
- HE 4 Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria.

- **Documento Básico HS Salubridad.**

Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

En sus apartados:

- HS 1 Protección frente a la humedad
- HS 3 Calidad del Aire Interior.
- HS 4 Suministro de Agua.

2. REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS (RITE) Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS:

Destacan:

- Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

Disposiciones generales. Ministerio de la presidencia .BOE (num. 207).29 de agosto de 2007.

- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Ministerio de la presidencia. B.O.E.: 28 de febrero de 2008.
- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
Disposiciones generales. Ministerio de la presidencia BOE: 11 de diciembre de 2009.
- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
Ministerio de la presidencia BOE: 12 de febrero de 2010
- Segunda corrección de errores del Real Decreto 1826/2009. de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
Disposiciones generales. Ministerio de la presidencia BOE: 25 de mayo de 2010.
- Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo. B.O.E.: 18 de julio de 2003.
- Decreto Foral 54/2006, de 31 de julio, por el que se establecen medidas para la prevención y control de la legionelosis.

3. NORMAS UNE CORRESPONDIENTES:

Destacan:

- Norma UNE EN 442 para el cálculo de los emisores con DT50°.
- Norma UNE EN 60 601. Reglamento Sala de Calderas.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

El Sistema de calefacción y producción de A.C.S. adoptado es el centralizado, con producción de calor por medio de una caldera, que utiliza como combustible sólido los pellets. Este está ubicado en la planta baja del edificio junto al sala/almacén de abastecimiento de pellets.

El Sistema de calefacción utiliza como fluido caloportador el agua caliente a una temperatura máxima de 80 °C, distribuida desde la sala de calderas a través de circuitos por zonas, impulsada por bombas de circulación en línea.

De la sala de calderas se hace llegar el agua caliente a los colectores de distribución (ida y retorno), situados en la propia sala. De éstos colectores partirá un circuito de calefacción y un circuito para intercambio de A.C.S., ambos independientes, posibilitando el dejar sin servicio cualquier zona, si fuera necesario.

Para la distribución de calefacción se adopta una red de distribución bitubular en polietileno, que discurrirá calorifugada hasta la derivación en las viviendas. Para el servicio de A.C.S., se adopta un sistema de preparación por medio de un intercambiador de placas, y depósito acumulador con capacidad para cubrir las necesidades de suministro del edificio. Del depósito acumulador partirá un circuito de distribución del A.C.S. a los diferentes puntos de consumo de las viviendas.

Se proyecta una instalación de captadores solares térmicos en la cubierta del edificio, como sistema de apoyo a la producción de A.C.S., con depósito de acumulación de agua.

Ahora que hemos realizado una pequeña descripción general de la instalación, vamos a proceder a explicar detalladamente cada uno de sus partes y componentes.

2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

Se llama calefacción al proceso que controla la temperatura mínima de un local. Por tanto, el objetivo final de una instalación de calefacción es lograr que la temperatura dentro de un local no descienda nunca por debajo de un valor previamente fijado. Una instalación de calefacción depende fundamentalmente de 2 factores:

- Las características del local.
- La climatología de la zona donde se encuentre ubicado.

Por lo tanto dos locales exactamente iguales, pero situados en condiciones ambientales distintas, o destinadas a usos diferentes, tendrán instalaciones diferentes. Así, el sistema de calefacción estará íntimamente ligado por una parte al tamaño, uso y materiales constructivo, (características del local) y por otra con el ambiente exterior, (climatología).

Las instalaciones de calefacción suelen estar integradas por tres subsistemas. Generación, distribución, emisión de calor.

La energía aportada generalmente por un combustible sólido, (como caso particular), líquido o gaseoso que se invierte en producción de calor, se transfiere en parte al subsistema de distribución, pero por otra parte se pierde hacia el exterior. A su vez, la energía transferida al subsistema de distribución una parte se transmite al exterior y el resto llegará al subsistema de emisión, donde los emisores se encargan de calentar el local.

Además, los locales y el ambiente exterior interactúan entre sí, produciéndose pérdidas de calor desde los locales al exterior, aunque también pueden producirse aportaciones de calor del ambiente exterior que son debidas a la radiación solar. Así mismo es posible que en el interior de los locales se produzcan aportaciones caloríficas que den lugar a las ganancias internas de calor.

Para terminar con el esquema general de la instalación, debe hacerse notar que estas instalaciones deben mantener una temperatura interior, lo que hace necesario incorporar un sistema de control.

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

Existen muchas formas de clasificar los sistemas de calefacción, ya que sistemas que en principio, pueden parecer muy distintos presentan variantes muy parecidas y susceptibles de ser descritas de formas análogas. Una forma de clasificar los sistemas de calefacción podría ser:

- Según la fuente de energía utilizada para la obtención del calor.
- Por el grado de concentración.
- En función del fluido portador de calor.
- Por el tipo de aparato calefactor.
- En función de la red de conexión de los aparatos.

- **Según la fuente de energía utilizada para la obtención del calor**

Según este criterio, los sistemas se clasifican como:

- Calefacción eléctrica

Corresponde a todos aquellos sistemas de calefacción que utilizan la disipación de la energía eléctrica mediante el efecto Joule como fuente de calor. Se conoce como efecto Joule al fenómeno en el que una corriente eléctrica, al pasar por una resistencia, desprende calor.

- Calefacción por energía solar

En esta clase de instalaciones se hace uso de la radiación electromagnética que procede del sol y que mediante superficies captadoras de dicha energía, se transforma en energía térmica. Mediante la llamada conversión fototérmica, se transforma en energía térmica que almacena un fluido caloportador (agua generalmente).

Normalmente este sistema de calefacción no es suficiente para compensar las cargas térmicas de los locales, por lo que suele emplearse en conexión con otros sistemas que complementen la potencia térmica del sistema solar. Los circuitos del fluido son análogos a los de otros sistemas.

- Calefacción convencional

Los sistemas de calefacción convencional son los que emplean como fuente energética el calor de combustión de un combustible orgánico sólido, líquido o gaseoso. Es el tipo de calefacción más utilizado y el elegido para este proyecto.

En este sistema de calefacción, un combustible determinado se introduce en un generador de calor o caldera junto con el comburente preciso para realizar su quemado.

Esta acción desprenderá una determinada cantidad de calor, distinta para cada combustible y dependiente de su composición química, que es transferida a un fluido caloportador para su posterior utilización. Dado que los combustibles orgánicos se encuentran en tres estados distintos (sólido, líquido, gas), las instalaciones pueden ser a modo de ejemplo. Instalaciones de calefacción por gas: emplea gas ciudad, gas natural o GLP. Instalaciones de combustibles líquidos: gasóleo y fuelóleo. Instalaciones de combustibles sólidos: generalmente carbón, leña o **biomasa (pellets)**.

- Calefacción termodinámica (bomba de calor)

Este tipo de calefacción se centra en la bomba de calor. La bomba de calor es una máquina que permite la climatización a lo largo de todo el año: tanto la refrigeración en verano como la calefacción en invierno la cual obtiene un rendimiento energético muy elevado.

Está basada en la captación de energía de bajo nivel térmico, elevando posteriormente su temperatura mediante el uso de ciclos termodinámicos hasta niveles que permitan su empleo en instalaciones térmicas. La energía primaria, de bajo nivel térmico, es captada de fuentes exteriores, generalmente el ambiente exterior o un circuito de agua a relativamente poca temperatura, siendo enviada una vez elevada su temperatura a fluidos caloportadores tales como el agua o el aire.

- Calefacción geotérmica

Podría incluirse en el apartado anterior, ya que se basa en la bomba de calor. Es un sistema que es capaz, mediante una bomba geotérmica o generador termodinámico, de captar el calor que hay en el subsuelo (el cual tiene la capacidad de permanecer a una temperatura constante a una determinada profundidad) y de disiparlo en el interior de la vivienda mediante un sistema de suelo radiante o utilizando radiadores.

- **Por el grado de concentración**

- Unitarias

Se denominan instalaciones unitarias aquellas instalaciones destinadas a calefactar un único local. Usualmente este tipo de instalaciones sólo presentarán dos de los tres tipos de subsistemas anteriormente citados, no existiendo el subsistema de distribución, y estando generalmente integrados los otros dos subsistemas en un único aparato.

- Individual

Se denominan instalaciones individuales aquellas instalaciones destinadas a calefactar varios locales distintos propiedad de un único usuario. Corresponde a una sola unidad de consumo (vivienda, oficina, etc.)

- Colectiva

Se denominan instalaciones colectivas o centralizadas aquellas instalaciones que suministran calefacción a un número mayor o menor de locales que sean propiedad de diferentes usuarios y corresponde a diversas unidades de consumo (edificio completo, varios edificios, etc.).

- **En función del fluido portador del calor**

Según el fluido encargado de procurar la transferencia de calor al recinto que se ha de calefactar, los sistemas o instalaciones de calefacción se subclasifican en:

- Calefacción por aire.
- Calefacción por agua.
- Calefacción por vapor.
- Calefacción por fluidos caloportadores.

- **Por el tipo de aparato calefactor**

Por este concepto las instalaciones se clasifican en:

- Instalaciones de radiadores.

Al agua, proveniente de una caldera, se la hace circular por tuberías "remansándola" en unos elementos, estratégicamente situados, denominados técnicamente "emisores", de modo que transfieran parte de su calor al aire de la habitación.

- Instalaciones con paneles radiantes.

Otro sistema que utiliza el agua como vehículo calorífico es el denominado de "paneles radiantes", en el que un serpentín se coloca, bien bajo el

pavimento, o bien sobre el cielo raso de las habitaciones. Es decir, se convierte el propio suelo o el techo en su totalidad en un radiador completo.

- Instalaciones de fan-coils. (Ventilador y serpentín).

En los sistemas por aire distinguiremos fundamentalmente entre aquellos en que se hace pasar el aire de un ventilador a través de un pequeño serpentín, situado sobre muestras cabezas, que contiene agua caliente o fría (según la estación del año), conocido como sistema "FAN-COIL", de aquellos otros en que se introduce directamente aire calentado y "acondicionado" en las habitaciones.

- **En función de la red de interconexión de los aparatos**

Según como sea el diseño y trazado de la red de interconexión de los aparatos calefactores, las instalaciones se clasifican en:

- Instalaciones monotubo.

El sistema consiste básicamente en un anillo simple que va intercalando emisores a lo largo de su recorrido. Los emisores se conectan a los "bucles" en los que conecta con el anillo solo en un punto, dónde se coloca una válvula doble que permite la conexión y reglaje del tubo de entrada y la del de salida. El anillo suele tener un diámetro constante. Es apropiado para pequeñas instalaciones. No se aconseja la colocación de más de siete radiadores al mismo anillo.

- Instalaciones bitubo.

En este sistema no se reutiliza el agua que ya ha pasado por un radiador, como ocurre en el sistema monotubular, sino que se recoge mediante una red paralela para ser reconducida a la caldera. En este sistema no hay limitación en el número de radiadores. Es el apropiado para grandes instalaciones

- Instalaciones mixtas.

Son una combinación de un sistema bitubular con otro monotubular. Normalmente resuelven mediante un sistema bitubular los tramos principales, entregando un sistema monotubular para los secundarios.

- Instalaciones de retorno directo.

La suma de los recorridos de los tubos de ida más retorno son diferentes para cada radiador. Ello complica los cálculos y reglajes. (Notar que ida y retorno van en sentidos contrarios).

- Instalaciones de retorno invertido.

Los recorridos de los tubos de ida más de retorno son similares para todos los radiadores. Ello simplifica los cálculos y reglaje. (Notar que ida y retorno van en el mismo sentido).

- Instalaciones de distribución anillo superior / inferior.

La distribución mediante anillo superior y mediante anillo inferior constituyen, realmente soluciones de retorno inverso y directo, respectivamente, en el caso de distribución por montantes. Se utilizan en edificios dónde se quiere colocar, tal como es aconsejable, los emisores en las paredes más frías, es decir en las fachadas.

En el primer sistema la longitud del recorrido de ida es mayor (justo la altura del edificio) que en el segundo, lo que aumenta ligeramente el costo y las pérdidas caloríficas; sin embargo, y tal como dijimos tiene equilibradas las sumas de los recorridos de ida y de vuelta medidos desde cada radiador a la caldera, cosa que no ocurre en el segundo sistema.

2.2.1. SOLUCIÓN ADOPTADA EN EL PROYECTO

Tras realizar un estudio sobre los diferentes sistemas de calefacción se han tomado las siguientes decisiones para la solución del proyecto:

Se descarta la calefacción termodinámica porque es un sistema que a priori tiene un funcionamiento más eficiente para climatización que para calefacción.

La calefacción eléctrica es desbancada por otras más eficaces debida a su bajo rendimiento y principalmente por el elevado coste de la energía eléctrica. Todo esto pese a su fácil instalación y ausencia de elementos como calderas, chimeneas, u otros dispositivos auxiliares.

Los sistemas de calefacción convencional como ya hemos analizado son los que emplean como fuente energética el calor de combustión de un combustible orgánico sólido, líquido o gaseoso y es el tipo de calefacción más utilizado.

La calefacción por energía solar es un sistema cada vez más implantado en la que el mantenimiento de la instalación es gasto único una vez colocada. Sin embargo existen

días en los que debido a la insuficiencia de la radiación, la energía solar no será capaz de proporcionar a los locales de la vivienda la demanda de temperatura deseada por si misma.

Por lo que la solución adoptada para el proyecto es la **calefacción convencional**, en la que se empleará como fuente un combustible orgánico sólido, más concretamente el **pellet**, en su sistema de calefacción por **caldera de biomasa, centralizada**. Ya que es un sistema cada vez más implantado, respetuoso con el medio ambiente y considerado por la unión europea como una energía renovable. Combinándolo a su vez con un sistema de captación de **energía solar** que sirva de apoyo a la calefacción por biomasa, mejorando el rendimiento de la instalación y optimizando el consumo de combustible sólido y reduciendo el gasto. Diseño y trazado de la red de interconexión de los aparatos calefactores (**radiadores**), mediante **retorno directo**.

2.3. CONDICIONES DE DISEÑO

El punto de partida a la hora de realizar un proyecto de instalación de calefacción es fijar las condiciones de diseño, tanto las interiores del local, como las exteriores del lugar donde se va a realizar la instalación.

2.3.1. CONDICIONES INTERIORES

Las condiciones interiores de diseño quedan definidas por la temperatura de uso de los locales, la humedad relativa, el movimiento y pureza del aire aunque también importan factores como la temperatura superficial de los cerramientos, aportación calorífica, iluminación,....

Teniendo en cuenta que el control de todos estos factores, deberán ser controlados por la instalación de calefacción, tenemos que considerar la temperatura interior, la velocidad media del aire y la humedad relativa interior...

Estos valores deben mantenerse en los espacios habitables que vienen definidos en CTE y que se corresponden con las habitaciones, salones, baños, aseos, pasillos, distribuidores y las zonas comunes de circulación en el interior de los edificios. Se proyecta una instalación centralizada que permite la utilización a voluntad en función de los tiempos de utilización de cada una de las viviendas.

La temperatura interior media de instalación se adopta **21 °C**, según UNE-EN ISO 7730, que se corresponde con el programa de necesidades fijadas para los locales de vivienda y que está comprendida entre los límites establecidos en la I.T. 1.1.4.1.2 sobre Exigencias de la calidad térmica del ambiente. La instalación cuenta con elementos de regulación y control que permiten que se mantenga esta temperatura. Los locales como garajes, trasteros zonas comunes se considerarán espacios no habitables y no se deben calefactar, considerando su temperatura de **8 °C**. humedad interior relativa Hr: **50 %**

2.3.2. CONDICIONES EXTERIORES

Para mantener constante la temperatura de un local debe igualarse en cada instante flujo de calor que proporcionan los emisores con la pérdida de calor. Por lo tanto, el flujo de calor que se demanda a los emisores en cada instante es variable ya que depende las condiciones exteriores en cada momento del día y del año.

Con objeto de determinar el tamaño de los equipos que integran la instalación de calefacción, se supone que la temperatura exterior permanece constante e igual a un valor denominado temperatura exterior de diseño que se corresponde con la temperatura de media del mes de enero. Para nuestro proyecto estos valores son: Temperatura exterior: **-5 °C** Humedad exterior relativa Hr: **80 %**. Viento: **8 m/s**

2.4. PROPIEDADES TERMICAS DEL EDIFICIO

Con objeto de determinar el tamaño de los equipos que integran la instalación de calefacción, se supone que la temperatura exterior permanece constante e igual a un valor denominado temperatura exterior de diseño que se corresponde con la temperatura de media del mes de enero. Para nuestro proyecto estos valores son:

TEMPERATURAS

- Temperatura exterior **-5°C** (según UNE 24055)
- Temperatura interior **21°C** (según DIN 4.701)
- Temperatura de locales no calefactados rodeados de otros que lo están **8°C** (según I.T.C.C.)
- Locales vecinos con calefacción propia **10°C** (según DIN 4.701)

2.4.1. BALANCE TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN.(LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA)

2.4.1.1. Determinación de la zona climática

Según el Documento Básico HE Ahorro de Energía, la zona climática de cualquier localidad se obtiene en función de la altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia.

Como se ha visto y demostrado en el apartado 1.2.1. “Emplazamiento y descripción del solar” las características climáticas coinciden con las de Pamplona, ya que según el documento Básico HE. Ahorro de energía. (Apéndice D, zonas climáticas, en el apartado D1. Para la determinación de la zona climática a partir de valores tabulados), si la diferencia de alturas es menor a 200m o la localidad se encontrase a una altura

inferior que la de referencia, se tomará para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia

Nuestra localidad es Peralta y se encuentra a 291msnm (metros sobre el nivel del mar), y la diferencia de altura con respecto a la capital de provincia, Pamplona con 456 msnm (metros sobre el nivel del mar), es inferior a 200m. Así que tomaremos la misma zona climática que ésta, D1.

Por lo tanto se trabajará con una **zona climática tipo D1**, que es la que hace referencia a Pamplona.

2.4.1.2. Generalidades

El CTE trata en su documento básico de ahorro de energía de conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir que una parte del consumo provenga de energías renovables.

En el siguiente apartado se va a exponer que el edificio que es objeto del proyecto, cumple con la exigencia básica HE1 de dicho documento básico.

- **Ámbito de aplicación según el documento básico HE**

Nuestro edificio de viviendas es de nueva construcción. Cumple con el ámbito de aplicación por lo que se puede seguir el CTE. (Código Técnico de la Edificación).

Esta Sección es de aplicación en:

- edificios de nueva construcción;
- modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.

- **Procedimiento de verificación**

Para el cálculo y dimensionado de la calefacción pueden emplearse dos métodos u opciones:

- Opción simplificada (la elegida)

Para poder emplear el método simplificado en nuestro edificio se deben cumplir varias condiciones:

- Que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie.

- Que el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la cubierta.
 Como excepción se admiten fachadas con un porcentaje superior al 60% si dicha fachada no supera el 10% del total de las fachadas del edificio.

A continuación se calcula el porcentaje de huecos por fachada del edificio.

Tipo de fachada	Área de fachada (m ²)	Tipo de hueco	Número	Área de hueco m ²	% de hueco
NORTE	392.42 m ²	Ventanas	43	91.692 m ²	23.37 < 60
SUR	392.42 m ²	Ventanas	43	91.692 m ²	23.37 < 60
ESTE	302.19 m ²	Ventanas	24	82.593 m ²	27.33 < 60
OESTE	302.19 m ²	ventanas	8	16.02 m ²	5.3 < 60
total					Cumple condición % hueco < 60 %

Basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2 y a obras de rehabilitación de edificios existentes;

- Método general (Otro método existente, no utilizado)

Basado en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción.

- **Objeto de la opción**

Son objeto de la opción todos aquellos cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio.

Los puentes térmicos (cajas de las persianas, pilares y contornos de los marcos) que superen una superficie de 0,5 m², según CTE-DB-HE1 deben ser objeto de cálculo.

En el presente proyecto las cajas de las persianas (para los distintos tamaños de ventanas), ocupan una superficie que en cualquier caso no excede 0.5 m².

Las cajas de persianas están integrados en la fachada, pero al no superar los 0.5 m² no son objeto de cálculo.

El contorno de los marcos es también superior a los 0,5 m², por lo que es objeto de cálculo, (ver documento CÁLCULO).

La separación del patio interior zona Oeste con la escalera a la casa es de carpintería totalmente opaca y por lo tanto no es objeto de la aplicación.

Los pilares que forman parte de la fachada tienen una superficie superior 0,5 m², por lo que es también objeto de cálculo, (ver documento CÁLCULO).

2.4.1.3. Demanda energética

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática, y de la carga interna en sus espacios.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2 del Documento Básico HE 1.

Los parámetros característicos que definen a la envolvente térmica son los siguientes tipos:

- transmitancia térmica de muros de fachadaUM;
- transmitancia térmica de cubiertas..... UC;
- transmitancia térmica de suelos..... Us;
- transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno..... UT;
- transmitancia térmica de huecos.....UH;
- factor solar modificado de huecos..... FH;
- factor solar modificado de lucernarios..... FL;
- transmitancia térmica de medianerías..... UMD.

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán

una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 de Documento Básico HE 1, en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

2.4.2. TIPOS DE CERRAMIENTOS QUE COMPONEN EL EDIFICIO.

Se definen los cerramientos como los cuerpos físicos que se utilizan para reducir el flujo de energía en forma de calor de un foco caliente a otro frío debido a la diferencia de temperaturas existente entre uno y otro. Se trata de los cerramientos que separan las viviendas o locales calefactados de los no calefactados o bien del exterior.

Según el CTE-HE1, Limitación de la demanda energética, se desarrollan los datos necesarios para calcular los valores de transmitancia térmica (U), de cada cerramiento. En el documento CALCULOS viene desarrollado el proceso de cálculo de la transmitancia térmica de todos los elementos.

Mostramos a continuación los principales elementos constructivos que componen el edificio, y su transmitancia térmica (U), obtenidos mediante calculo manual. (Ver documento CÁLCULO). Todo el edificio en m².

2.4.3. FICHA JUSTIFICATIVA DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

2.4.3.1. Cálculos parámetros característicos medios

ZONA CLIMATICA D1	ZONA DE BAJA CARGA INTERNA
--------------------------	-----------------------------------

MUROS UMm y Umm					
	TIPOS	A(m²)	U(W/m²K)	A × U(W/K)	RESULTADOS
N	Cara vista ladrillo 1 (patio interior)	177.54	0.3158	56.06	$\Sigma A = 300.73 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 101.01 \text{ W/K}$ $UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.336 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Cara vista mortero 2	85.93	0.316	27.15	
	Tabique vivienda-descansillo	3.43	0.350	1.21	
	Tabique vivienda-escalera ascensor	18.53	0.350	6.48	
	Puente térmico pilares	15.3	0.661	10.11	
E	Cara vista ladrillo 1 (patio interior)	88.85	0.3158	28.05	$\Sigma A = 219.6 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 72.76 \text{ W/K}$ $UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.331 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Cara vista mortero 2	100.77	0.316	31.84	
	Tabique vivienda-descansillo	3.4	0.350	1.21	
	Tabique vivienda-escalera ascensor	18.93	0.350	6.6	
	Puente térmico pilares	7.65	0.661	5.06	
O	fachada (medianería)	139.94	0.316	44.22	$\Sigma A = 277.05 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 94.98 \text{ W/K}$ $UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.343 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada patio interior	60.04	0.316	18.97	
	Tabique vivienda-descansillo	3.42	0.350	1.19	
	Puente térmico pilares	7.65	0.661	5.06	
	Fachada baños, cocina, comedor	66	0.387	25.54	
S	Cara vista ladrillo 1 (patio int)	177.54	0.3158	56.06	$\Sigma A = 300.73 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 101.1 \text{ W/K}$ $UMm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.336 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Cara vista mortero 2	85.93	0.316	27.15	
	Tabique vivienda-descansillo	3.43	0.350	1.21	
	Tabique vivienda-escalera ascensor	18.53	0.350	6.48	
	Puente térmico pilares	15.3	0.661	10.11	
C-TER	-	-	-	-	

SUELOS U_{sm}				
TIPOS	A(m ²)	U(W/m ² K)	A×U(W/K)	RESULTADOS
Forjado voladizo. Contacto exterior	45.1	0.453	20.43	$\Sigma A = 965.02 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 411.72 \text{ W/K}$ $U_{sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ $0.43 \text{ W/m}^2\text{K}$
Forjado entre pisos. P.baja -1º piso (parquet)	741.06	0.424	314.20	
Forjado entre pisos. P.baja 1º- piso (baldosa)	178.86	0.431	77.08	

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS U_{cm}, F_{lm}				
TIPOS	A (m ²)	U (W/m ² K)	A×U (W/K)	RESULTADOS
Azotea transitable ático y patio interior	271.89	0.261	70.96	$\Sigma A = 863.55 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 285.14 \text{ W/K}$ $U_{cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ $0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Cubierta superior: Pizarra	591.66	0.362	214.18	
TIPOS	A (m ²)	F	A×F (m ²)	RESULTADOS
Lucernario : Patio interior	(-)	(-)	(-)	$\Sigma A = (- \text{ m}^2)$ $\Sigma A \cdot F = (- \text{ m}^2)$ $FLm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ $(-)$

HUECOS UHm y FHm					
	TIPOS	A(m²)	U(W/m²K)	A×U(W/K)	RESULTADOS
N	Tipo 1: 3 ventanas fachada	3×2.39 = 7.17	2.405	17.243	$\Sigma A = 91.692 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 221.703 \text{ W/K}$ $UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.42 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 2: 18 ventanas fachada y patios	18×1.793 = 32.27	2.506	80.868	
	Tipo 2A: 6 ventanas fachada	6×1.793 = 10.76	2.506	26.964	
	Tipo 2B: 4 ventanas ático	4×1.793 = 7.172	2.506	17.973	
	Tipo 3: 3 ventanas balcón	3×5 = 15	2.202	33.03	
	Tipo 4: 3 vent. Ático doble	3×3.75 = 11.25	2.329	26.201	
	Tipo 5: 4 vent. Ático y patio	4×0.96 = 3.84	2.571	9.872	
	Tipo 6: 1 vent. Ático sencilla	1×2.35 = 2.35	2.312	5.433	
	Tipo 7: 1 vent. Planta baja garajes	1×1.882 = 1.88	2.191	4.119	

	TIPOS	A(m²)	U(W/m²K)	F	A×U(W/K)	A × F (m²)	RESULTADOS
E	Tipo 1: 3 ventanas fachada	4×2.39 = 9.56	2.405	0.387	22.991	3.699	$\Sigma A = 82.593 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 198.794 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 32.744 \text{ m}^2$ $UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.40 \text{ W/m}^2\text{K}$ $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.396$
	Tipo 2: 20 ventanas fachada y patios	20×1.79 = 35.86	2.506	0.338	89.865	12.12	
	Tipo 2B: 4 vent. ático	4×1.793 = 7.172	2.506	0.378	17.973	2.713	
	Tipo 4: 4 vent. Ático doble	4×3.75 = 15	2.329	0.441	34.935	6.615	
	Tipo 3: 3 ventanas balcón	3×5 = 15	2.202	0.506	33.03	7.597	
O	Tipo 5: 2 vent. Patio interior	2×0.96 = 1.92	2.571	0.296	4.936	0.568	$\Sigma A = 16.02 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 37.536 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 6.123 \text{ m}^2$ $UHm = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.34 \text{ W/m}^2\text{K}$ $FHm = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.382$
	Tipo 6: 6 vent. Patio interior	6×2.35 = 14.1	2.312	0.394	32.6	5.555	

S	Tipo 1: 3 ventanas fachada	$3 \times 2.39 = 7.17$	2.405	0.305	17.243	2.186	$\Sigma A = 91.692 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 221.703 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 39.268 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.42 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.428$
	Tipo 2: 18 ventanas fachada y patios	$18 \times 1.793 = 32.27$	2.506	0.294	80.868	9.487	
	Tipo 2A: 6 ventanas fachada	$6 \times 1.793 = 10.76$	2.506	0.251	26.964	2.70	
	Tipo 2B: 4 ventanas ático	$4 \times 1.793 = 7.172$	2.506	0.338	17.973	2.424	
	Tipo 3: 3 ventanas balcón	$3 \times 5 = 15$	2.202	0.539	33.03	8.085	
	Tipo 4: 3 vent. Ático doble	$3 \times 3.75 = 11.25$	2.329	0.394	26.201	4.432	
	Tipo 5: 4 vent. Ático y patio	$4 \times 0.96 = 3.84$	2.571	0.332	9.872	1.274	
	Tipo 6: 1 vent. Ático sencilla	$1 \times 2.35 = 2.35$	2.312	0.399	5.433	0.937	
	Tipo 7: 1 vent. Planta baja garajes	$1 \times 1.882 = 1.88$	2.191	0.387	4.119	7.743	

2.4.3.2. Conformidad. Demanda energética

ZONA CLIMATICA D1	ZONA DE BAJA CARGA INTERNA
--------------------------	-----------------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U _{max} (proyecto) (1)	U _{max} (2)
Muros de fachada	0.661 W/m²K	≤ 0.86 W/m²K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados	(- W/m²K)	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.35 W/m²K	≤ 0.64 W/m²K
Suelos	0.43 W/m²K	
Cubiertas	0.36 W/m²K	≤ 0.49 W/m²K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	2.571 W/m²K	≤ 3.5 W/m²K
Medianerías	(- W/m²K)	≤ 1 W/m²K
Particiones interiores (edificios de viviendas) (3)	0.48 W/m²K	≤ 1.2 W/m²K

Muros de fachada	UMm (4)		UMLlim (5)
N	0.336 W/m²K	≤	0.66 W/m²K
E	0.336 W/m²K	≤	
O	0.343 W/m²K	≤	
S	0.336 W/m²K	≤	

Huecos								
	UHm (4)		UHlim (5)		FHm (4)		FHLlim (5)	
N	2.42 W/m²K	≤	2.5 W/m²K	-		≤	-	
E	2.40 W/m²K	≤	2.9 W/m²K	0.396 W/m²K		≤	-	
O	2.34 W/m²K	≤	3.5 W/m²K	0.382 W/m²K		≤	-	
S	2.42 W/m²K	≤	3.5 W/m²K	0.428 W/m²K		≤	-	

Cerramiento contacto terreno	UTm (4)	UMLim (5)
	(-) W/m²K	≤ 0.66 W/m²K

Suelos	USm (4)	USlim (5)
	0.43 W/m²K	≤ 0.49 W/m²K

Cubiertas y lucernarios	UCm (4)	Uclim (5)
	0.33 W/m²K	≤ 0.38 W/m²K

Lucernarios	FLm	FLlim
	(-) W/m²K	≤ 0.36 W/m²K

- (1) U_{max} (proyecto) corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
- (2) U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
- (3) En edificios de viviendas, U_{max}(proyecto) de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
- (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
- (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

NOTA: Las transmitancias que están entre paréntesis (), NO corresponden a la envolvente del edificio, y por lo tanto no son objeto de cálculo; Por otro lado estos datos hacen referencia a zonas o particiones de vital importancia en el equilibrio del conjunto del edificio y por tanto se ha considerado interesante plasmar los resultados y compararlos con los valores de referencia, aunque a efectos prácticos de proyecto haya que descartarlos por no pertenecer a la envolvente del edificio.(-)

2.4.4. CONDENSACIONES DE LOS CERRAMIENTOS

El aire atmosférico está formado por un 21% de oxígeno, un 78% de nitrógeno, y el 1% restante es CO, CO₂, argón,... En este aire hay disuelta una pequeña cantidad de vapor de agua que varía según las condiciones climatológicas. A una temperatura dada del aire, el máximo nivel de vapor que éste puede contener viene determinado por la presión de saturación, que depende de la temperatura, y a partir de la cual el vapor del aire se condensa.

La presión de saturación será más elevada a medida que la temperatura del aire sea más alta. Una masa de aire inicialmente no saturada llevada a una temperatura más baja puede alcanzar el nivel de saturación sin necesidad de ser modificada su presión de vapor de agua.

A partir de ese punto, parte del vapor de agua se condensará en estado líquido. La temperatura a partir de la cual se produce esta condensación se denomina punto de rocío.

Ya que es un aspecto muy importante en el Documento Básico Ahorro de Energía (DB-HE1), del CTE, en el documento adjunto CALCULOS se puede ver todo el proceso de cálculo de condensaciones detallado paso a paso. Se comprueba que los cerramientos que componen el edificio cumplen con lo dispuesto en el CTE.

2.4.4.1. Conformidad. Condensaciones

Como se explica en el apartado 2.2 del CTE Documento Básico HE. Las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior.

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

Las ventanas no se degradan cuando se humedecen por lo que se quedan exentas de la comprobación de limitación de condensaciones.

Cerramientos, particiones interiores y puentes térmicos									
TIPOS	C.Superficiales		C.Intersticiales						
	$fR_{si} \geq fR_{smin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1 (Pa)	Capa 2 (Pa)	Capa 3 (Pa)	Capa 4 (Pa)	Capa 5 (Pa)	Capa 6 (Pa)
Fachada cara vista 1(ladrillo)	fR_{si}	0.92	$P_{sat,n}$	978.4	997.2	1867.1	2090	2181.2	2215.4
	fR_{smin}	0.61	P_n	706.5	888.37	1185.84	1189.14	1271.27	1285.32
Fachada cara vista 2(cemento)	fR_{si}	0.92	$P_{sat,n}$	970.2	1000.1	1864.1	2091.3	2180.6	2220.8
	fR_{smin}	0.61	P_n	702.2	800.5	1145.56	1180.36	1261.2	1285.32
Fachada cara vista 3(medianería)	fR_{si}	0.90	$P_{sat,n}$	968.4	997.2	1867.9	2088	2181.2	2220.3
	fR_{smin}	0.61	P_n	696.5	880.37	1175.84	1189.11	1271.22	1285.32
Fachada cara vista 4(p.baja)	fR_{si}	0.90	$P_{sat,n}$	968.3	997.8	1877.1	2088.2	2184.9	2216.3
	fR_{smin}	0.61	P_n	706.5	898.7	1185.45	1189.14	1271.62	1285.32
Azotea transitable ático	fR_{si}	0.93	$P_{sat,n}$	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2 CTE DB HE 1)					
	fR_{smin}	0.61	P_n						
cubierta	fR_{si}	0.93	$P_{sat,n}$	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2 CTE DB HE 1)					
	fR_{smin}	0.61	P_n						
Solera. Suelo garaje	fR_{si}	0.93	$P_{sat,n}$	1000.2	1868.1	2098	2187.2	2216	
	fR_{smin}	0.61	P_n	888.37	1185.84	1189.14	1271.27	1285.32	
Forjado voladizo	fR_{si}	0.88	$P_{sat,n}$	1866.3	2090.5	2180.2	2215.7		
	fR_{smin}	0.61	P_n	1185.8	1199.74	1277.77	1285.32		
Punte térmico pilares	fR_{si}	0.83	$P_{sat,n}$	999.2	1867.1	2099.1	2181.7	2201.1	
	fR_{smin}	0.61	P_n	866.37	1175.83	1188.88	1271	1285.32	
Puente térmico en esquina saliente de cerramiento	fR_{si}	0.84	$P_{sat,n}$						
	fR_{smin}	0.61	P_n						
Puente térmico en esquina entrante de cerramiento	fR_{si}	0.91	$P_{sat,n}$						
	fR_{smin}	0.61	P_n						
Puente térmico entre cerramiento y cubierta	fR_{si}	0.72	$P_{sat,n}$						
	fR_{smin}	0.61	P_n						
Puente térmico entre cerramiento y solera	fR_{si}	0.75	$P_{sat,n}$						
	fR_{smin}	0.61	P_n						

Puente térmico entre cerramiento y forjado	fRsi	0.76	Psat,n						
	fRs min	0.61	Pn						
Puente térmico entre cerramiento y voladizo	fRsi	0.65	Psat,n						
	fRs min	0.61	Pn						

2.5. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DEL EDIFICIO

Para el cálculo de la demanda energética de los diferentes locales a calefactar, se ha tenido en cuenta cada uno de los apartados anteriores, realizando de manera manual los cálculos correspondientes basados en el CTE. La estimación de la carga térmica del edificio basa sus cálculos en los procedimientos teóricos explicados a continuación y aplicados según el CTE.

En el documento CÁLCULOS se encuentran detallados todos los cálculos y valores de cargas térmicas del edificio.

Para mantener constante la temperatura interior de un local calefactado, hay que suministrar en cada instante una potencia calorífica que equilibre las pérdidas de calor que experimenta el local. Las pérdidas pueden ser:

- Pérdidas por transmisión.
- Pérdidas por entrada de aire exterior.
- Pérdidas por suplementos.

2.5.1. PERDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión a través de los cerramientos es el factor principal en la determinación de la demanda calorífica del local.

Las pérdidas por transmisión se producen cuando existe una diferencia de temperaturas entre dos locales separados por un mismo cerramiento, o bien con el exterior.

Estas temperaturas se mantienen constantes e iguales a los valores de diseño ya comentados. Se crea, por tanto, un flujo de calor en la dirección de la zona de mayor temperatura a la zona de menor temperatura, ya que se tiende al equilibrado térmico. Son las producidas por el escape por convección y conducción de la zona interior a la exterior, atravesando el medio que las separa (techo, suelo, pared, puerta, ventana,...)

La transmisión de calor depende de la calidad del cerramiento (dada por la conductividad), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperaturas o salto térmico entre ambas partes y se relacionan de la siguiente manera:

$$Q_T = \Sigma [U \times S \times (T_i - T_e)]$$

Donde:

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en kW.

U = Coeficiente de transmisión térmica (en W/m² K) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.

S = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos.(m²).

T_i = Temperatura interior del local, en °C.

T_e = Temperatura exterior, en °C.

2.5.2. PERDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

Las pérdidas por infiltración de aire desde el exterior son debidas a la falta de estabilidad en los cerramientos, infiltraciones por los huecos y sistemas de ventilación. Se debe determinar la carga térmica necesaria para calentar ese aire exterior hasta que alcance la temperatura del habitáculo. Esta renovación es indispensable para mantenerlos a unos niveles de humedad y pureza adecuados. Una renovación se considera la sustitución de todo el volumen de aire del cerramiento.

Su valor viene determinado por la expresión siguiente:

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

Donde:

Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en kW.

V = Volumen del habitáculo, en m³. Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

C_e = Calor específico del aire, 0.24 Kcal / Kg °C ≈ 1 KJ / kg °C.

P_e = Peso específico de aire seco, 1.24 Kg / m³.

N = Nº de renovaciones de aire por hora. Su valor se detallara a continuación.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en °C.

2.5.3. PERDIDAS POR SUPLEMENTOS

Las pérdidas por suplementos se pueden dividir en:

- Pérdidas por orientación

Estas pérdidas son debidas a la exposición que tienen los cerramientos a la radiación solar y los vientos. Según la orientación de la fachada del edificio (Norte, sur, este, oeste), cambian los niveles de radiación solar, por lo que se deberá considerar a la hora de realizar los cálculos.

- Pérdidas por intermitencia de uso

Debido a la intermitencia de uso también se añade un suplemento, ya que por razones de ahorro energético la calefacción no funciona durante las 24 horas del día. Esta interrupción del sistema se realiza cuando la actividad es muy reducida, como en las horas de sueño, por ejemplo.

Las pérdidas por transmisión, infiltración y suplementos, son tomadas en cuenta a la hora de realizar los cálculos manuales del edificio. En el documento CALCULOS se reflejan las pérdidas de carga de todos locales y viviendas del edificio.

Se obtienen unos valores medios de 5500 Kcal /h por vivienda, unos 6.4 KW. Para ver las pérdidas exactas de cada vivienda acudir al documento CALCULOS.

2.6 EMISORES

Calculadas las pérdidas térmicas en cada uno de los locales que componen la vivienda, se puede determinar los tipos de radiadores que proporcionarán el calor necesario a cada estancia del edificio para mantener unas condiciones de confort preestablecidas. Los radiadores permiten la cesión del calor desde el fluido caloportador al ambiente por convección y por radiación.

Los emisores son los artefactos encargados de ceder el calor a las habitaciones que queremos calentar. Los emisores más usados son los radiadores y los paneles. Los radiadores están constituidos por elementos acoplables, cuyo número se determina según la potencia deseada. Los elementos están compuestos por un corto tubo superior, otro inferior y por 2,3 ó 4 columnas que los intercomunican. Los tubos tanto superior

como inferior acaban en roscas hembras que sirven - mediante manguitos machos - para acople de más elementos, o bien - mediante reducciones de "3/8 ó 1/2" para conectar con las tuberías de distribución y/o retorno. Los orificios finales no utilizados se obturan mediante tapón "ad hoc".

Los radiadores se construyen:

- de fundición
- de chapa de acero
- de aluminio

Unos y otros tienen sus defensores, destacando los de aluminio por su buen aspecto y ligereza. Para las mismas dimensiones superan en potencia a los de fundición, si bien hay que tener en cuenta que debe tratarse el agua de la instalación para que su PH esté entre 5 y 8 y evitar así corrosiones prematuras.

2.6.1. SELECCIÓN DE LOS EMISORES (RADIADORES)

- Radiadores de hierro fundido:

Son el tipo de radiador más tradicional, está compuesto por varios módulos que se acoplan entre sí. Tienen la ventaja de ser muy duraderos. Debido al material con que están contruidos y a la gran cantidad de agua que contienen, son emisores con mucha inercia térmica, es decir, que tardan mucho tiempo en calentarse y en enfriarse, por lo que son especialmente apropiados para ser utilizados en instalaciones de funcionamiento continuo.

El principal inconveniente que plantea el uso de estos radiadores es la baja capacidad de emisión de cada módulo, lo que implica el uso de radiadores de gran tamaño. Además es necesario someterlos a operaciones periódicas de mantenimiento, sobre todo pintura y eliminación de óxido para mantenerlos en buen estado.

- Radiadores de aluminio inyectado:

Al igual que los radiadores de hierro fundido están formados por varios módulos que se unen entre si para formar el radiador del tamaño deseado. El uso de este tipo de radiadores está muy extendido por las ventajas que presenta frente a los anteriores: poco peso, mayor rendimiento térmico, facilidad de montaje y mantenimiento. También tiene una inercia térmica reducida.

- Radiadores de chapa de acero:

Están formados por módulos de chapa de acero estampado soldados entre sí, por lo que no es posible desmontarlos ni ampliar su tamaño. Son aparatos de poca inercia térmica y pueden tener una vida útil muy larga si se montan y mantienen correctamente.

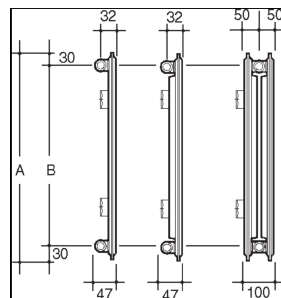
- Paneles de chapa de acero:

Como los anteriores, están contruidos con chapa de acero, y no son modulares. Son elementos planos con una superficie de emisión plana y muy grande. Son de reducido tamaño, lo que permite montarlos en lugares donde el espacio disponible es reducido.

- Radiadores para baño (toalleros):

Son radiadores que se construyen con paneles de acero con elementos planos, tubos de acero o de aluminio y que están especialmente diseñados para se instalados en cuartos de baño y ser utilizados para secar o calentar las toallas.

Se ha optado por radiadores marca ROCA constituidos por paneles dobles de acero, modelo PCCP, para todos los recintos a calefactar.



Los paneles son emisores de calor para instalaciones de calefacción por agua. Su reducido espesor los define como una auténtica lámina de agua caliente radiante. Se planteó instalar radiadores de aluminio por elementos, dado que resultan algo más económicos que los paneles dobles de acero, pero dado que la experiencia ha demostrado que los radiadores de elementos suelen acabar dando problemas con el tiempo, me he decantado por la opción de instalar los radiadores dobles PCCP de chapa de acero.

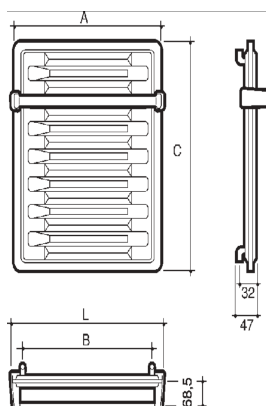
Los modelos de la marca ROCA escogidos son:

- **PCCP 300:**
 - Altura: 300mm
 - Longitud: Desde 300mm hasta 1050mm. (Función de las necesidades).
 - Paneles de acero para instalaciones de agua caliente hasta 6 bares y 110 °C

○ **PCCP 600:**

- Altura: 600mm
 - Longitud: Desde 300mm hasta 1350mm. (Función de las necesidades).
 - Paneles de acero para instalaciones de agua caliente hasta 6 bares y 110 °C
- Justificación: Puesto que la tabla muestra los datos en metros lineales se extrapolará los resultados y se tomará el modelo de emisor cuya emisión calorífica (kcal/h) sea igual o inmediatamente superior a la demanda/necesitada para cada espacio. Ver documento CALCULO

En uno de los baños/aseos de cada vivienda, se instalarán radiadores especiales para baño modelo PT 500, elegidos por su gran utilidad y funcionalidad, además de conseguir un toque sofisticado y de armonía en la vivienda.

○ **PT 500** Para los aseos de pequeña superficie :

- Altura: 600mm y 1350mm.
- Anchura: 500mm.
- Paneles de acero para instalaciones de agua caliente hasta 6 bares y 110 °C.

2.6.2. COLOCACION Y UBICACION

El número de soportes a utilizar en cada panel, está en función de la longitud del mismo, para la correcta fijación utilizaremos la tabla:

Soportes empotrar y alicatar

		Panel simple P y PC	Panel doble PCCP	Hasta 600 mm	De 750 a 1,350 mm	De 1,500 a 2,100 mm	De 2,400 a 3,000 mm
Superior	Alicatar Empotrar	AS ES/ELS	ASD ESD	1	2	2	2
Inferior	Alicatar Empotrar	AI EVELI	AI EI	2	2	3	4
Soportes integrales alicatar				2	2	3	4

Los emisores irán sujetos por soportes y no estarán alojados en ninguna cavidad, (La desaconsejada colocación en nichos o bajo repisas de los radiadores supone una reducción del 5% de su potencia calorífica). Por lo que su factor de corrección será 1. Es por ello que la carga calorífica corregida será, en todos los casos, igual a la calculada.

Se calculará el número de elementos que compondrá cada conjunto de emisores. Se va a realizar para un salto térmico de 50°C, según EN 442. El cálculo del salto térmico se encuentra en el documento CALCULOS.

La separación de los paneles a la pared debe ser, al menos, de 2 cm. y deben quedar elevados del piso 10 cm. como mínimo. La colocación de los paneles en nichos o bajo repisa supone una reducción del 10% de su potencia calorífica.

2.6.3. ACCESORIOS

Los emisores estarán dotados individualmente de válvula termostática y purgador manual de pitón de 1/8". Por su parte, los paneles se fabrican a partir de planchas estampadas de acero de 1,25 mm de espesor, y se expiden en longitudes fijas, desde 300 mm hasta 3.000 mm., según la potencia calorífica requerida. Pueden ser simples o dobles.

Pueden ser instalados mediante racores de conexión de 1/2" soldados. Para la colocación del purgador en paneles de dos orificios se dispone de un accesorio especial a colocar entre el panel y la llave de regulación. Incorpora asa para soporte sujeción PAS.

2.7 DISTRIBUCION Y DIMENSIONADO DE LAS TUBERIAS DE CALEFACCIÓN

Hasta este punto se han calculado las necesidades caloríficas de los locales de las viviendas y elegidos los emisores que se utilizarán para aportarlas. A continuación se calcularán las dimensiones de las tuberías a utilizar.

El dimensionado de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las Características del material utilizado y el tipo de circuito.

2.7.1. TIPOS BASICOS DE INSTALACION

- Instalación monotubular:

En la instalación monotubo los emisores quedan instalados en serie, formando un circuito en forma de anillo que sale y retorna a la caldera. La temperatura del agua que entra a cada radiador es diferente, por lo que es necesario sobredimensionar los últimos emisores de la instalación para compensar estas pérdidas de temperatura del agua que entra a los radiadores. Según el RITE no pueden instalarse más de cinco radiadores en cada anillo por lo que esta instalación queda descartada de nuestro proyecto (al disponer de hasta 12 emisores por vivienda).

- Instalación bitubular:

La instalación bitubular es un sistema de distribución que consiste en la utilización de dos tuberías, una de ida y otra de retorno donde se conectan los emisores.

Con este tipo de instalación se consigue que la temperatura de entrada del agua a cada radiador sea prácticamente la misma.

La instalación bitubular permite realizar el retorno a la caldera de forma directa, con lo que la longitud de la tubería a emplear será menor o se puede realizar un retorno invertido, el que necesitaremos más metros de tubo para completar la instalación, pero a cambio conseguiremos un circuito mejor equilibrado en los aspectos térmicos e hidráulicos. La solución adoptada para la instalación del proyecto es una instalación bitubular de **retorno directo**.



Fig 1. SEDICAL, S.A.

2.7.2. TUBERIAS

Forman parte de los principales componentes de las instalaciones de calefacción y ACS. Nos podemos encontrar entre otros con los siguientes tipos de materiales y variantes, los más comunes son:

- Tuberías de cobre, aluminio.
- Tuberías de polietileno reticulado multicapa.
- Tuberías de polietileno reticulado.(opción elegida)

Las tuberías elegidas para el proyecto son de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol, ya que el polietileno reticulado es un material especialmente adecuado para su uso en tuberías por las que circule agua a presiones y temperaturas elevadas. Se fabrica utilizando una tecnología llamada Monosil, que consiste en uniones tridimensionales (en vez de planas) entre las cadenas de polietileno y que garantiza una resistencia a la presión un 35% superior a la obtenida con otros métodos de fabricación.

Además se ha elegido polietileno y se ha desechado las tuberías de cobre, PB (Polibutileno)...etc, puesto que este modelo posee unos accesorios diseñados de forma que no necesitan utilización de juntas tóricas ni biconos, (elementos sujetos a fatiga por envejecimiento), se consigue una estanqueidad y resistencia superior. Por otro lado las uniones se ejecutan mucho más rápido. Las barras las suministran en barras o en rollos según convenga.

Poseen un bajo coeficiente de conductividad térmica ($0,35 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) proporcionan un ahorro energético al reducir las pérdida de calor, por ello las condensaciones habituales en las tuberías de cobre se producen con mucha dificultad en las tuberías de polietileno reticulado.

Las uniones son muy sencillas y se realizan en tres pasos:



Fig 2. Catálogo BARBI de industrial Blansol

Ventajas del polietileno reticulado:

- Resistencia a temperaturas elevadas. Temperaturas habituales de trabajo de 95 °C y puntuales de hasta 110 °C.
- Resistencia a presiones elevadas.
- Baja conductividad térmica.
- Ausencia de condensaciones.
- Ligereza. Son 4 veces más ligeras que las tuberías de cobre.
- Flexibilidad. Permite ahorrar uniones y reducir los tiempos de instalación.
- Radios de curvatura cerrados. Su radio máximo de curvatura es de 10 veces el diámetro exterior del curvado manual.
- No conduce la electricidad.
- Emisión de menos ruidos que el cobre. Al estar fabricadas en polietileno atenúa en problema de transmisión de ruidos y permite mayores velocidades de circulación del agua. Hasta 2,5 m/s no producen ruidos.
- Mayores caudales. Gracias a su superficie lisa tiene las tuberías menores pérdidas de carga que las tuberías metálicas, con ellas se consiguen mayores caudales a igualdad de diámetros interiores.
- Empotrables. Se puede empotrar por las paredes.

Estas tuberías responderán a las calidades mínimas exigidas en las normas UNE. La red de distribución es la encargada de canalizar el agua caliente de la instalación. Por lo tanto, para evitar pérdidas y ser lo más eficiente posible, deberá ser lo más sencilla posible. Los diámetros de las tuberías se detallan en los cálculos así como en los planos. La instalación se colocará en el falso techo, debajo del forjado del suelo de cada vivienda inmediatamente superior para que en caso de fuga sea fácilmente detectable y accesible y se conectará a los emisores a través de las paredes interiores.

Esta red diseñada en ningún momento tiene contacto con el ambiente exterior. Para el cálculo de las tuberías de calefacción, se observa la limitación de pérdida de carga máxima que indican las normas (40 mm de columna de agua), así como la limitación de la velocidad del agua a través de los conductos a un valor máximo de 2 m/s.

2.7.3. REDES DE DISTRIBUCION

Las tuberías generales de distribución de fluido calefactor serán de polietileno reticulado. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm². Estas tendrán en cuenta los códigos de buena práctica dictados por las normas UNE 53.394, UNE 53.399 y UNE 53.495/2.

Las tuberías de distribución general que discurren por el garaje y por los patinillos donde se encuentran las montantes, se aislarán con material aislante de conformidad con

lo estipulado en la I.T. 1.2.4.2.1, con conductividad térmica de referencia de 0.04 W/m°C a 10 °C y con espesores determinados en la Tabla I.T 1.2.4.2.1.



Fig 3. Catálogo BARBI de industrial Blansol

Los diámetros de las tuberías, calculados en el documento CALCULOS, de acuerdo al Reglamento, para un salto térmico de 20 °C, para una velocidad máxima de circulación del agua de 1,5 m/seg. en tramos que discurren por locales habitados en caso de tuberías enterradas, y para una caída de presión máxima de 400 Pa/m en tramos rectos. No obstante en este proyecto se intentará que estos valores no sobrepasen los 200 Pa/m de caída de presión, y 1 m/s de velocidad del agua en las tuberías.

Las tuberías de distribución de fluido calefactor en el interior de la vivienda, serán de polietileno. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm², aisladas con material aislante de conformidad con lo estipulado en la I.T. 1.2.4.2.1, con conductividad de 0,04 W/m°C a 10°C y con espesores determinados en la Tabla I.T 1.2.4.2.1 La red de distribución individual dentro de las viviendas se realizará desde el patinillo donde está ubicadas las montantes. (En nuestro caso necesitamos dos montantes para la distribución Este o Oeste) y la válvula de tres vías individual de cada vivienda. De colector de cada montante parte un tubo de ida y otro de retorno a cada radiador, los tubos serán de polietileno. Para el equilibrado de los circuitos se emplearán válvulas de equilibrado dinámico y detentores.



Fig 4. BARBI de industrial Blansol

2.7.4. LLENADO Y VACIADO DE LA INSTALACION

La tubería de llenado de la instalación de calefacción será de polietileno, la tubería de vaciado de la instalación será con tubería de polietileno. El circuito de alimentación dispondrá de válvula de retención.

2.7.5. SISTEMA DE REGULACION

Se prevén dos sistemas de regulación:

- El propio de la caldera.

La caldera dispone de un **regulador automático** para consumir el pellet estrictamente necesario.

La regulación de los circuitos principales se confía a una **centralita** que en función de la temperatura de retorno regula una válvula de tres vías que envía agua desde las calderas o recircula la existente en el circuito. En función de la temperatura exterior se actúa sobre la caldera de biomasa regulando a la baja la temperatura de preparación del agua que se envía a los circuitos. El quemador de la caldera es de tipo modulante.



Fig 5. Catálogo Herz

- Termostato ambiente.

Colocado en dependencia principal (Salón-comedor o cocina-comedor). La regulación del sistema de calefacción se realizará mediante un **termostato** ambiente colocado a 1,5 m. del suelo, por ser el local de más carga térmica y puede considerarse representativo de la vivienda.



Fig.6 Catálogo Simon. Mod.82

El termostato elegido marca SIMON. Mod.82 actuará sobre la electroválvula de zona ubicada a la entrada de las viviendas, cortando el paso de agua caliente cuando la temperatura ambiente sobrepase el punto de consigna, volviéndose a abrir el paso de agua al descender esta temperatura por debajo de 1°C.

De esta forma el usuario puede seleccionar la temperatura de ambiente deseada, quedando regulado automáticamente, aprovechando los aportes de energía gratuitos y evitándose despilfarros inútiles. Este termostato se colocara tanto en las viviendas tipo “Duplex” (uno en cada planta) como en las de una sola planta.

3. INSTALACIÓN DE A.C.S - APOYO SOLAR

3.1. TIPO DE INSTALACION DE AGUA CALIENTE SANITARIA

El fin principal de la instalación de A.C.S es que en cada punto de consumo, se disponga en cualquier momento del caudal necesario de agua caliente a la temperatura adecuada.

La solución adoptada para la obtención de agua caliente sanitaria es una instalación colectiva que empleará como sistema de preparación un depósito acumulador de 1000 litros utilizando como fuentes de energía, la energía solar térmica obtenida de los captadores instalados en cubierta, y la energía calorífica aportada por el intercambiador de la caldera de biomasa.

El tipo de caldera utilizada para calentar el agua será de biomasa utilizando como combustible el pellet. Una parte del caudal del agua caliente pasará por el acumulador para calentar el agua caliente sanitaria. El R.I.T.E exige que el 50% de la energía sea abastecida por energías renovables, este sistema está diseñado para cubrir el 100% de las necesidades de A.C.S. con energía renovable solar y biomasa.

La energía solar no es capaz de cubrir las necesidades energéticas requeridas puesto que se trata de una energía difusa e intermitente, es preciso disponer de una fuente de energía auxiliar si se desea asegurar la continuidad en la disponibilidad de ACS en los periodos sin sol, y especialmente en invierno. Por tanto, la misma caldera empleada en la instalación de calefacción será el apoyo necesario (energía auxiliar) a la instalación solar. Por tanto, como ya se sabe, la potencia de la caldera será tal que pueda cubrir la carga térmica de la instalación de calefacción y las necesidades energéticas de ACS 100%.

3.2. INSTALACION DE A.C.S. CONVENCIONAL

Está compuesto por un depósito de A.C.S. de 1000 litros conectado directamente con la instalación solar, un intercambiador de placas, y la caldera de calefacción que funcionarán con prioridad para el A.C.S.

El agua de los depósitos de energía solar entra directamente en el depósito de A.C.S. a temperatura apta para su uso cuando la radiación solar es suficiente, y en los meses de baja radiación solar entrará precalentada, la caldera funcionará elevando la temperatura hasta la temperatura adecuada, por medio del intercambiador.

De esta manera el consumo de combustible para la producción de A.C.S. se reduce considerablemente.

La capacidad del depósito acumulador de A.C.S. se calcula en previsión de consumos punta, con regulación independiente para este servicio, con vaso de expansión cerrado y con tubería de retorno para recirculación del agua caliente mediante grupo electrobomba, a fin de conseguir una respuesta inmediata en los puntos de consumo.

Con este sistema se consiguen grandes caudales puntuales de A.C.S. reduciendo el volumen de acumulación y la potencia calorífica, en relación a la necesaria en el caso de que la producción fuese instantánea a la temperatura de utilización.

Para el diseño de la red distribución de ACS, se ha tenido en cuenta las exigencias de DB HS4 del CTE. Constará de una red general en polietileno, hasta los patinillos de acceso a las viviendas, donde irá colocado la llave de corte y el contador del consumo de ACS. La distribución interior en cada vivienda será realizada en polietileno.

3.2.1. TEMPERATURA DE PREPARACION DEL AGUA

El agua caliente para usos sanitarios (ACS) se preparará a la temperatura mínima compatible con su uso, considerando las pérdidas en la red de distribución y de acuerdo a las prescripciones de la Norma UNE 100-030-94, en especial el pto. 5.1.2, en lo que concierne a la prevención de la Legionela.

La legionela es un microorganismo que, además de hallarse en medios acuáticos naturales, ha encontrado un hábitat muy adecuado en sistemas de agua creados y manipulados por el hombre, que actúan como amplificadores y propagadores de esta bacteria. Si se dispersa en el aire y penetra en los pulmones, el microorganismo puede ser patógeno para el hombre.

La infección por legionela, o legionelosis, se presenta en dos formas principales: neumonía, o enfermedad del legionario, que puede producir cuadros severos, y fiebre de Pontiac, que es una infección no neumónica y de características leves.

La multiplicación de la bacteria es función de la temperatura del agua, de su estancamiento y de la presencia de otros contaminantes, incluyendo la suciedad, en el interior de las instalaciones. El desarrollo de la bacteria es elevado entre 20 °C y 45°C y alcanza el óptimo alrededor de 37 °C, siempre que exista un substrato húmedo nutriente formado por materiales tales como sedimentos varios, productos de la corrosión u otros microorganismos. El microorganismo queda en letargo a temperaturas muy bajas y vuelve a multiplicarse en condiciones de temperatura más favorables. A temperaturas muy bajas y vuelve a multiplicarse en condiciones de temperatura más favorables. A temperaturas superiores a 70 °C la bacteria muere.

El agua caliente sanitaria se preparará a 60°C y el sistema de calentamiento será capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70°C de forma periódica para su

pasteurización y tratamiento anti-legionela. La temperatura del agua en la distribución no será inferior a 50 °C en el punto más alejado de la instalación, a fin de conseguir un nivel de temperatura aceptable para el usuario y al mínimo tiempo la temperatura necesaria para reducir la multiplicación de la legionela.

3.2.2. EXIGENCIA DE HIGIENE

La preparación de A.C.S. se realiza mediante un sistema de captación solar apoyada por sistema tradicional de producción de A.C.S. mediante intercambiador de placas exterior calentado desde la caldera, con lo que no existe mezcla con condensados o vapor de la caldera. La preparación así como también todo el sistema de producción cumple con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis (IT1.1.4.3.1. RITE) cumpliendo con los siguientes puntos:

- La totalidad de la red de A.C.S. será estanca y se garantizará la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento. Se han colocado puntos de purga para vaciar completamente la instalación tanto en los depósitos como en los puntos bajos de la distribución de tuberías, dimensionados de manera que en el vaciado se eliminen completamente los sedimentos que la instalación pudiera haber almacenado.
- Se dispondrá un filtro en el aporte de agua fría a la instalación.
- Los depósitos de A.C.S. dispondrán de un acceso para su limpieza desde el interior, en general todos los elementos de la instalación serán accesibles para su inspección y limpieza.
- En el diseño de la instalación de A.C.S. se ha empleado es: Polietileno reticulado que es un material que soporta los agentes químicos y los choques térmicos que se aplican a la instalación para su desinfección.
- El diseño de la red se ha llevado a cabo de manera que no entren en contacto las tuberías de agua fría con las de agua caliente evitando así la existencia de temperaturas de agua fría superiores a 20°C. Todas las tuberías estarán convenientemente aisladas.
- La temperatura del agua en los depósitos no será nunca inferior a 60°C para lo que se colocarán sondas de temperatura en la parte baja de los mismos que accionarán la bomba del intercambiador.
- La instalación se ha diseñado de manera que sea capaz de soportar temperaturas de 70°C.

3.2.3. INTERCAMBIADOR A.C.S

Es el elemento de relación entre los circuitos primario y secundario tanto en el circuito solar como en el auxiliar. Su acción es la de transferir la energía calorífica del primario (circuito de captación o el de la caldera según el caso) al secundario. Su utilización presenta algunos inconvenientes que se presentan a continuación:

Su uso supone una merma en el rendimiento del sistema. Dado que es un elemento de transferencia calórica exige una cierta diferencia de temperaturas entre los dos circuitos, lo que obliga a los colectores a trabajar a una temperatura superior al secundario. Provoca una complicación del sistema de producción de ACS al incluir un elemento más en el equipo productor lo que por otro lado aumenta el coste de la instalación.

Pese a los inconvenientes descritos su uso resulta obligado en la instalación, ya que mediante el sistema indirecto se puede proteger la instalación ante eventuales heladas al permitir usar anticongelante en el circuito de captación, el cual se haya inevitablemente expuesto a las inclemencias climatológicas concurrentes del momento, y éstas arrojan temperaturas bajo cero durante parte del año.

Entre los tipos actuales se clasifican entre interiores y exteriores en función de su posición dentro o fuera del depósito. Los intercambiadores exteriores según sea su diseño pueden ser, bien de haz tubular o de placas de acero. Para el proyecto se han elegido **intercambiadores externos de placas** por sus ventajas en cuanto a modularidad.

Respecto a su funcionamiento los intercambiadores pueden trabajar mediante termosifón o bien mediante un circulador. En general es siempre aconsejable el uso de éste último por el considerable aumento de rendimiento que conlleva. En la instalación proyectada los intercambiadores irán acompañados de un **circulador**.

En cuanto al material constituyente, éste debe presentar una alta resistencia a la corrosión como principal característica, siendo menos importante el tener una alta conductividad térmica, ya que esto es solucionable sencillamente con aumentar el tamaño del intercambiador. Por esto los intercambiadores seleccionados serán de **acero inoxidable**.

Los intercambiadores se colocarán en la sala de máquinas junto con los otros elementos constitutivos de la instalación.

Para la transmisión de energía de la caldera al circuito de ACS se adopta un sistema de preparación por medio de un intercambiador de placas de acero inoxidable, Marca COMEVAL, Md. S1-12 TLA, serie S1, para una potencia de **35000 kcal/h** la potencia de este dependerá del volumen del acumulador de reparto, cuyas características se encuentran en el documento CÁLCULOS.

3.2.4. DEPÓSITO A.C.S

Son los elementos de la instalación encargados de almacenar energía calorífica en forma de agua caliente. Una de las grandes ventajas del agua es su capacidad para retener el calor lo que lo hace especialmente interesante para su uso en una instalación de acumulación de energía calorífica.

En cuanto al material constructivo de los depósitos existe una nutrida oferta de mercado entre la cual elegir: acero inoxidable, hierro galvanizado, aluminio, plástico, fibra de vidrio etc.

Los depósitos más empleados son los de hierro galvanizado. Su bajo coste es un argumento decisivo para la mayoría de los casos. Sin embargo se degrada a partir de 60°C siendo desaconsejables para depósitos que trabajen con temperaturas de almacenamiento superiores a esa cifra. Existen también depósitos de hierro tratados con pinturas epoxi que soportan bien hasta temperaturas de 110°C. Sin embargo su elevado coste y corta vida lo hacen poco interesante en la mayoría de los casos.

En cuanto a los depósitos de acero inoxidable son la opción elegida para este proyecto por su calidad y características, pero resultan menos económicos que los anteriores.

- Depósito acumulador A.C.S

Teniendo en cuenta el volumen calculado para este depósito documento de cálculos el elegido será depósito de acumulación marca LAPESA modelo GEISER INOX GX 1000 RB.(1000 litros). Con boca de hombre lateral DN 400. El depósito cumple la relación altura/diámetro >2 facilitando una mayor estratificación o distribución vertical de las temperaturas del agua, que favorece el rendimiento.

Está fabricado en **acero inoxidable**, aislado térmicamente con espuma PU (poliuretano), inyectado en molde. Libre de CFC y acabado exterior con forro acolchado desmontable (blanco RAL 9016 y cubierta en gris RAL 7021). Posee entrada de A.C.S, entrada de agua fría, conexión entrada lateral, desagüe. Sonda de sensores y panel de control.

Las conexiones de las distintas tuberías deberán cumplir con las siguientes condiciones para favorecer la estratificación y evitar la formación de caminos preferentes que provoquen calentamientos desiguales.

La conexión de entrada del agua caliente procedente del intercambiador se realizará a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del depósito.

La alimentación de retorno de consumo y de agua fría de red se realizará por la parte inferior del depósito. La extracción de agua caliente por la parte superior. Las características se encuentran en el documento CÁLCULOS.

3.3. INSTALACION SOLAR.

3.3.1. INTRODUCCIÓN A LA ENERGIA SOLAR

A finales del siglo pasado, para la preparación del agua caliente sanitaria se utilizaba un aparato que calienta el agua aprovechando la energía liberada en la combustión de un hidrocarburo, gas o líquido, e incluso quemando leña. Producto de la combustión del hidrocarburo se generan dos gases que son expulsados a la atmósfera, vapor de agua y dióxido de carbono. El dióxido de carbono provoca el efecto invernadero y puede afectar al cambio climático.

A esto se debe añadir el hecho de que se trata en algunos casos de fuentes de energía no renovables, es decir, limitadas poniendo en entredicho la sostenibilidad energética en la vivienda. Para evitar esto, se recurrió a la contribución solar para la producción de ACS.

3.3.2. CONSIDERACIONES INICIALES SOBRE LA TECNOLOGIA SOLAR

El Sol es una fuente inagotable de recursos para la humanidad. Toda energía empleada por el hombre proviene de manera más o menos directa de la radiación solar. De hecho, en la actualidad, la investigación energética tiende en algunas líneas de trabajo a conseguir "imitar" los procesos químico-físicos que se originan en el núcleo solar (fisión nuclear).

La radiación solar supone una fuente de energía limpia, abundante y disponible en la mayor parte de la superficie terrestre. Su utilización directa puede ser una solución a los problemas ambientales generados por los combustibles convencionales como el petróleo, u otras alternativas como las energía nuclear, carente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI's) , pero con ciertos problemas relacionados con la seguridad, la gestión de los residuos , y la disponibilidad futura del combustible.

La combinación de tres factores: la distancia Tierra-Sol, el diámetro solar y la temperatura del Sol determinan un flujo de energía que incide sobre la Tierra. Se puede considerar, para su aplicación al campo de la ingeniería, que la emisión de energía es constante (el recurso energético está más sujeto a cambios meteorológicos que solares).

La radiación solar tiene carácter espectral (desde los rayos gamma hasta las ondas de radio del espectro electromagnético) sin embargo, sólo es válida para esta tecnología la radiación térmica que incluye la radiación ultravioleta, la visible y la infrarroja.

La captación térmica de la energía solar es el procedimiento de transformación de la energía radiante del Sol en calor. Los principios físicos que permiten esta transformación son el llamado efecto invernadero, y los procesos de transmisión del calor.

El efecto invernadero consistente en la capacidad de absorción de la radiación incidente, por parte de la cubierta del captador, y la retención de la radiación que emite el absorbedor una vez que alcanza cierta temperatura.

Los problemas técnicos que se plantean para el aprovechamiento de la energía solar son la gran dispersión de la energía solar sobre la superficie de la tierra y el carácter incontrolable y variable en el tiempo de la intensidad de radiación solar. En invierno, que es generalmente cuando más se necesita, dicha radiación es menor con lo que la disponibilidad no coincide con la demanda. Por ello es necesario un sistema de almacenamiento y contar con el apoyo de sistemas de respaldo o fuentes suplementarias de energía.

Para la descripción detallada de los parámetros y los cálculos necesarios para la evaluación solar consultar documento CÁLCULOS.

3.3.3. APROVECHAMIENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

En los edificios nuevos, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar, adecuada a la radiación global de su emplazamiento y la demanda total de agua caliente del edificio.

Las instalaciones térmicas destinadas a la producción de agua caliente sanitaria cumplirán con la exigencia fijada en la sección del HE 4 “Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria”, del Código Técnico de la Edificación. El cálculo de la instalación solar se encuentra detallado en el documento CALCULOS, adjunto en el proyecto. Se ha dotado la instalación de paneles solares térmicos de manera que se cubre el 50% de la demanda de energía necesaria para la producción de A.C.S.

3.3.4. SISTEMA DE CAPTACION SOLAR

Los sistemas de captación y aprovechamiento solar son aquellos dispositivos destinados a convertir la energía proveniente del sol en energía útil. El colector solar es el elemento principal de una instalación solar. Éste se encarga de captar la radiación solar incidente y transformarla en calor, que se cede al fluido caloportador.

En cumplimiento de la norma DB HE 4, Contribución solar mínima, del CTE, una de las fuentes de energía para la preparación del A.C.S. será la energía solar, captada por 14 colectores solares planos, de alta eficiencia marca WAGNER & CO EURO mod. C20 AR en orientación Sur, 22° con la horizontal, montado en baterías de 2 colectores, dispuestos en la cubierta del edificio, y con las siguientes características técnicas:

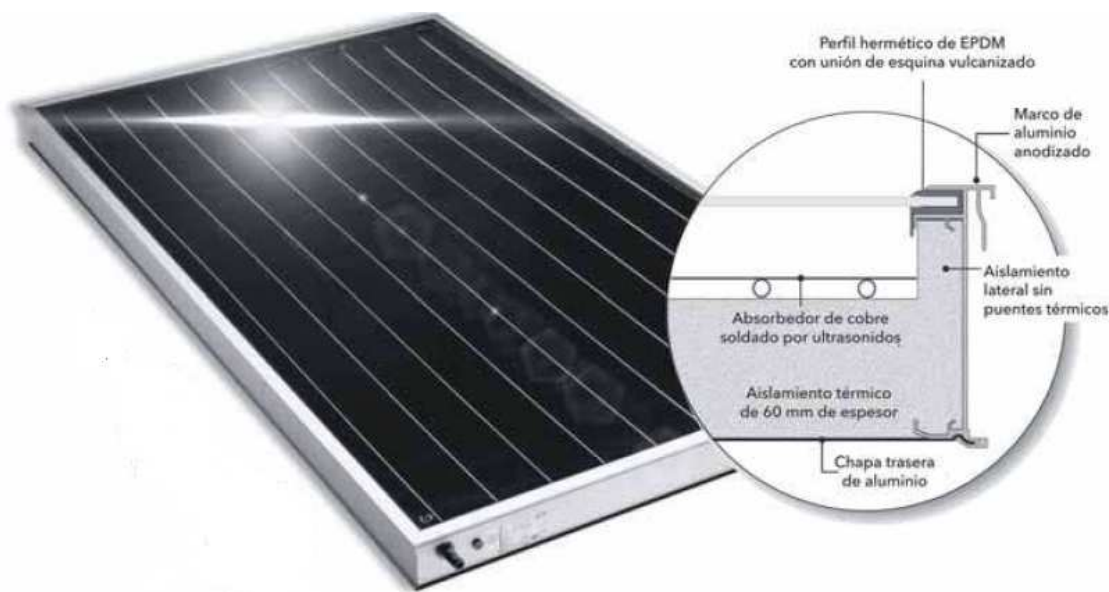


Fig 7. Catálogo WAGNER & CO. Tecnología solar

Características principales desglosadas:

- Dimensiones: $2.151 \times 1.215 \times 110$ (mm)
- Superficie bruta: $2,6 \text{ m}^2$
- Superficie útil: $2,39 \text{ m}^2$
- Peso: 48 Kg.
- Rendimiento: 85,4 %
- Producción normalizada: $546 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Conexión hidráulica: $\frac{1}{2}$ " Rosca macho para junta plana.
- Contenido Agua: 1,3 l
- Factor de eficiencia: 0,85
- Factor de pérdidas: 3,37
- Material aislamiento: Fibra de vidrio
- Orientación horizontal: 22°
- Superficie total 14 colectores: **$33,5 \text{ m}^2$** .

La radiación solar en los colectores es captada por un fluido caloportador a base de agua y glicol, exactamente: **(40% glicol 60 % agua)**.

El fluido caloportador circula por un circuito cerrado gracias a una bomba de impulsión, haciéndolo pasar por un intercambiador de placas, cediendo así el calor al agua de la red, de esta manera el A.C.S. y el fluido caloportador no estarán nunca en contacto físico.

El agua de la red previamente calentada, se almacena en un depósito de 2000 litros, volumen suficiente para abastecer al edificio durante un día. Este a su vez estará conectado directamente con el sistema convencional de producción de A.C.S. centralizada.

El sistema de captación solar se regula por medio de una centralita, que pone en marcha la instalación cuando los sensores detectan que hay radiación solar suficiente.

3.3.4.1 Estructura Soporte y anclajes

La estructura de soporte y el sistema de anclaje del campo de colectores constituyen un aspecto importante en una instalación de energía solar, particularmente su montaje en obra.

Cada grupo de 2 colectores tendrá su propia estructura. Dicha estructura será suministrada por el fabricante de las placas y transportada posteriormente a la cubierta.

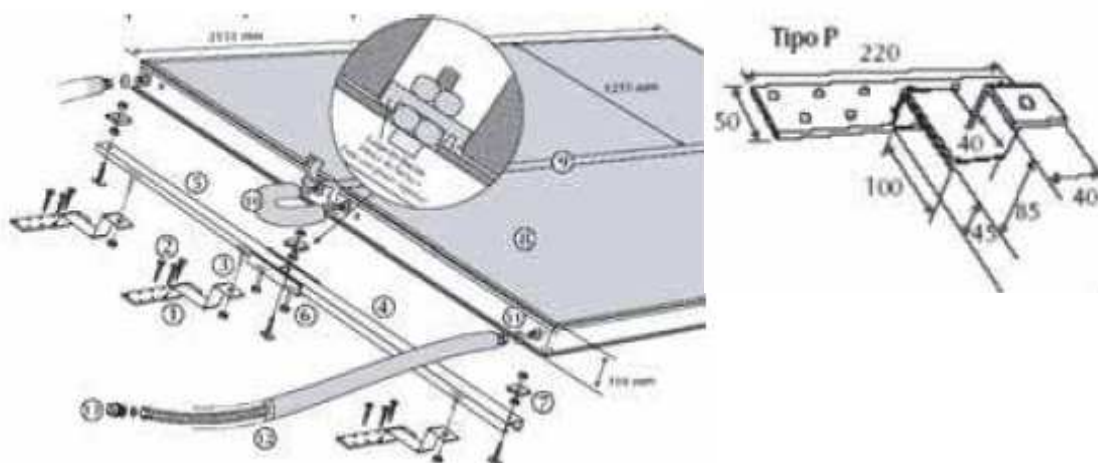


Fig 8. Catálogo WAGNER & CO. Tecnología solar

3.3.5. ESTUDIO DE LA INSTALACION SOLAR

Se trata de un edificio con 18 viviendas.. Se considerará una ocupación del 100% a lo largo de todo el año y que se corresponden con 72 personas en función del número de habitantes existentes.

La ocupación total del edificio es:

Ocupación = nº de viviendas × nº personas por vivienda.

Ocupación = $18 \times 4 = 72$ **personas**.

Según lo establecido en el CTE, se necesitan 22 litros por persona y día que consume una persona, a la temperatura de 60°C, por lo que da un total de demanda diaria de 1584 l/día.

Consumo diario = Ocupación × litros/persona día.

Consumo diario = $72 \times 22 = 1584$ **l/día**.

La zona climática (conforme a radiación solar se refiere), correspondiente a **Peralta** es la **zona climática III**, Puesto que se escoge entre la referencias: Pamplona zona II y Tudela zona III por tanto se elige la más próxima y adecuada, teniendo en cuenta el consumo de ACS = **1584 l/día**, la contribución solar mínima será del 50%.

- Método de dimensionado empleado

El método empleado para el dimensionamiento de la instalación solar el método FCHART (método de las curvas “f”), avalado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), en su pliego de condiciones técnicas.

La aproximación que hace el método de las curvas “f” consiste, en primer lugar, en identificar las variables adimensionales importantes del sistema térmico solar.

A continuación, utiliza la simulación detallada mediante ordenador para hallar correlaciones entre variables y el rendimiento medio largo de un periodo de tiempo para que sean aplicables de manera sencilla y directa en el resto de sistemas. Las curvas “f” no son sino la representación gráfica de estas correlaciones, y la letra “f” hace referencia a la fracción de necesidades energéticas que podemos cubrir gracias a la energía solar.

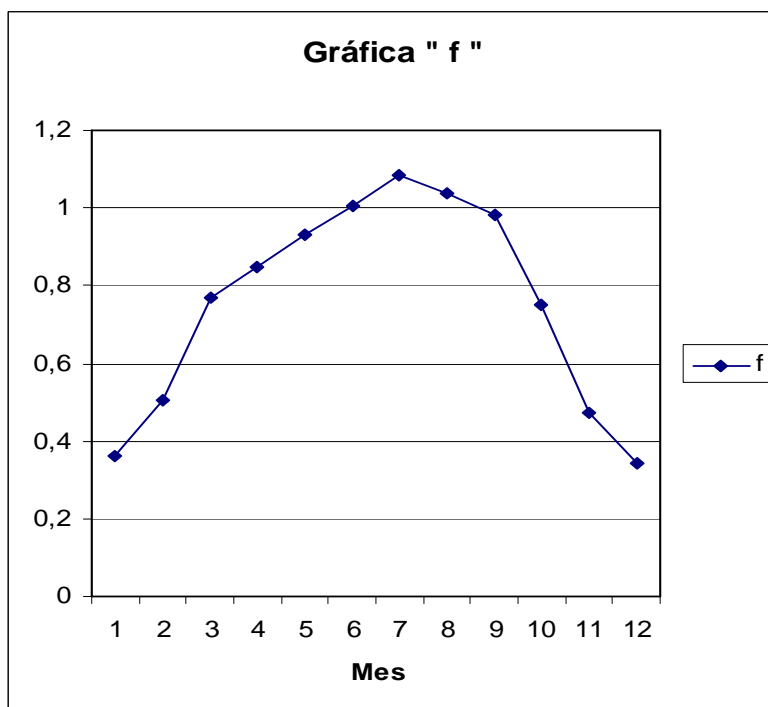
La secuencia completa de los cálculos a seguir se encuentra detallada en el documento CALCULOS.

A continuación mostramos una tabla resumen de los cálculos realizados

- **Determinación de la gráfica " f ":**

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

Mes	D1	D2	f	f %
Enero	0,453	0,893	0,361	36,1
Febrero	0,651	1,063	0,505	50,5
Marzo	1,068	1,220	0,769	76,9
Abril	1,241	1,494	0,847	84,7
Mayo	1,425	1,594	0,932	93,2
Junio	1,592	1,590	1,005	100,5
Julio	1,798	1,576	1,085	108,5
Agosto	1,638	1,330	1,039	103,9
Septiembre	1,532	1,207	0,980	98,0
Octubre	1,025	1,140	0,748	74,8
Noviembre	0,607	1,028	0,474	47,4
Diciembre	0,424	0,841	0,340	34,0



○ **Valoración de la cobertura solar mensual**

Obtenidos los valores de f , el siguiente paso es evaluar la energía útil captada por los paneles solares mes a mes. Para ello basta con aplicar la siguiente relación:

$$Q_u = f \times Q_a$$

A continuación se muestra el grado de cobertura de la instalación solar. Q_u Será la demanda satisfecha por la energía solar. La diferencia entre Q_a y Q_u será satisfecha por el sistema tradicional.

Mes	Energía necesaria mensual Q_a (kJ)	f	Aporte Solar mensual Q_u (kJ)
Enero	11307914,6	0,361	4088548,52
Febrero	10027898,5	0,505	5064359,6
Marzo	10691119,3	0,769	8223660,71
Abril	9948312	0,847	8434970,2
Mayo	10074324	0,932	9390749,08
Junio	9550379,52	1,005	9602428,42
Julio	9663127,06	1,085	10487111,3
Agosto	9868725,5	1,039	10257400,2
Septiembre	9749345,76	0,980	9557166,56
Octubre	10279922,4	0,748	7699361,91
Noviembre	10346244,5	0,474	4907965,59
Diciembre	11307914,6	0,340	3851553,74
total	122815228		91565275,8

○ **Valoración final**

Finalmente, la cobertura solar anual se obtendrá empleando todos los datos mensuales mediante la siguiente expresión:

$$\text{Cobertura solar anual} = \Sigma Q_u \text{ necesaria} / \Sigma Q_a \text{ necesaria}$$

Obteniéndose:

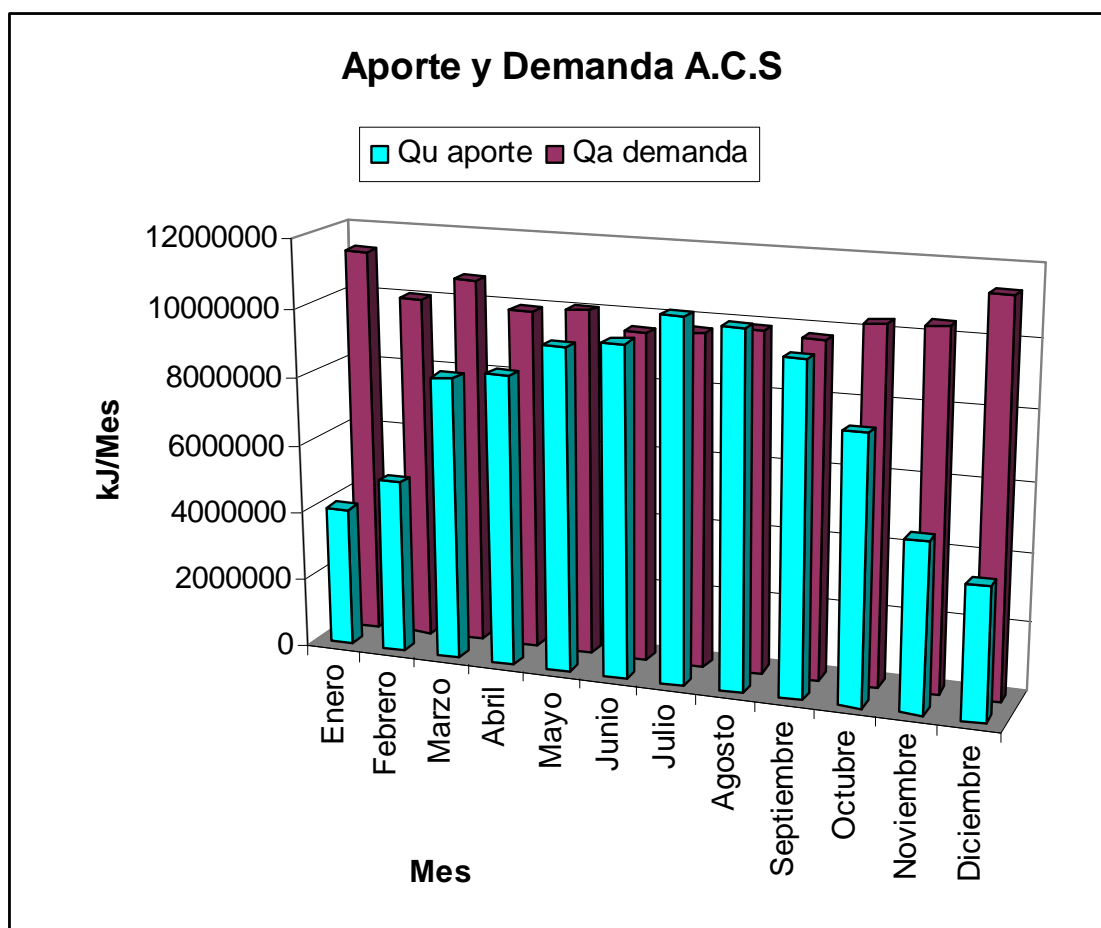
$$\text{Cobertura solar anual} = 91565275,8 \text{ (kJ)} / 122815228 \text{ (kJ)} = 0,745$$

Cobertura solar anual de A.C.S = **74,75 %**

La instalación tendrá una cobertura solar anual del 74,5 %, con una superficie de captación de 33,5 m² lo que equivale a 14 captadores, por lo tanto cumple las especificaciones del CTE en su DB HE 4 en la contribución solar mínima

También se han tenido en cuenta la condición de no superar el 110% de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100%. De este modo, se exponen únicamente los resultados finales de dicho proceso, que suponen la colocación de 14 colectores modelo **EURO C20 AR**, de la marca **WAGNER & CO.**

De acuerdo a la normativa, la cobertura mínima exigida para esta instalación es de 50%, luego la instalación cumple.



3.3.6. ELEMENTO DE SEGURIDAD: AEROTERMO

En el circuito de retorno de la instalación solar, se instalará un aerotermo mural, como elemento de seguridad para la disipación de calor en el circuito solar en caso de que se alcancen temperaturas excesivamente elevadas para el correcto funcionamiento de la instalación.

Un termostato, medirá la temperatura del fluido en el circuito de retorno del sistema solar, de forma que cuando sobrepase la temperatura previamente regulada, se mandará señal a la válvula de tres vías del aerotermo para que envíe el fluido a dicho aparato y se disipe el calor del fluido a la atmosfera.

Conviene instalar este tipo de elementos, dado que si la instalación sigue funcionando con temperaturas de trabajo demasiado elevadas se producen deterioros en las tuberías, captadores, así como del líquido caloportador, mezcla de agua y glicoles, puesto que comienza a vaporizar perdiendo sus propiedades.

3.3.7. INTERCAMBIADOR SOLAR

La potencia mínima de diseño del intercambiador P (W) en función del área de captadores A (m²) cumplirá la condición, según DB HE-4 Punto 3.3.4.

$$P \geq 500 \times A$$

- A = Área de captación = 33,5 m².

- P = Potencia del intercambiador (W).

Seleccionamos un intercambiador de **placas de acero inoxidable**, seleccionado para soportar temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación. Se proyecta un intercambiador marca COMEVAL, Serie S1 mod. S1-9 TLA, con potencia de 23000 kcal/h y caudal suficiente en el primario.(Ver documento CALCULO para más información del intercambiador).

3.3.8. DEPÓSITO SOLAR

El sistema de acumulación solar es el encargado de almacenar el calor transferido desde los colectores térmicos al agua caliente en espera de ser consumida. Su empleo se debe a que la necesidad de energía no siempre coincide en el tiempo con la obtención de la misma.

Por ello es imprescindible disponer de un sistema de almacenamiento que frente a la demanda en momentos de poca o nula insolación. La energía se puede almacenar en distintos modos y utilizando diferentes medios. En este caso se emplea el agua caliente

porque el agua es barata, fácil de manejar, con alta capacidad calorífica y ser al mismo tiempo el elemento de consumo.

Las temperaturas que alcanzara el agua contenida en el depósito de acumulación no serán siempre tan altas como las requeridas en el consumo, sino que vendrán limitadas por la radiación incidente sobre los colectores. En esos casos, la instalación solar servirá para efectuar un primer calentamiento del agua en espera de que el sistema auxiliar eleve la temperatura de ésta a las temperaturas necesarias para su uso y exigidas para prevenir la *Legionelosis*. El depósito debe cumplir la condición marcada en el Código técnico

Para el cálculo del volumen de acumulación de A.C.S. proveniente de la energía solar se aplicamos normativa DB HE 4 Punto 3.3.3, en la que describe la siguiente ecuación:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

- **A** = la suma de las áreas de los captadores (m²) = (33,5 m²).

- **V** = el volumen de acumulación total = (2000 l).

Se proyecta un depósito de **2000** litros de acumulación, cumpliendo así las necesidades citadas.

Las características del depósito de acumulación marca LAPESA modelo MASTER INERCIA MV 2000- I Con boca de hombre lateral DN 400 son las siguientes:

Está fabricado en **acero al carbono**, aislado térmicamente con espuma PU (poliuretano), 80 mm de espesor, inyectado en molde. Libre de CFC y acabado exterior con forro acolchado desmontable (blanco RAL 9016 y cubierta en gris RAL 7021). Posee entrada de A.C.S, entrada de agua fría, conexión entrada lateral, desagüe. Sonda de sensores y panel de control. (Ver documento CÁLCULO para más información del acumulador).

3.3.9. VASO DE EXPANSION SOLAR

El agua que inunda los circuitos sufre dilataciones al variar su temperatura. Esto hace que sea necesario un elemento que sea capaz de amortiguar estas dilataciones del agua.

El vaso de expansión es el elemento encargado de amortiguar este efecto, cuyo papel es fundamental en todo tipo de circuito hidráulico cerrado, susceptible de variaciones de temperatura. De no contar con este elemento, el circuito se rompería por su parte más débil, provocando fugas de agua, que acabarían con él. Al ser los circuitos del proyecto cerrados, será necesario instalar dispositivos de expansión en todos ellos.

Estos vasos de expansión pueden ser de dos tipos:

- Abiertos
- Cerrados

Los primeros se disponen en la parte alta de la instalación, y suelen servir también como punto de alimentación de agua de la instalación dotándole de una válvula de flotador que regula la entrada y el nivel de agua.

Los **depósitos cerrados** consisten en un recipiente estanco, de acero, que en su interior lleva una membrana que separa el circuito de agua de una cámara de nitrógeno. Al deformarse, absorbe las dilataciones del agua, alterando la presión de la cámara de nitrógeno, al variar su volumen. Elimina la entrada de oxígeno que favorecía la corrosión, elimina las pérdidas de agua por evaporación y la necesidad de mantenimiento, ofreciendo una gran facilidad de montaje.

Este depósito o vaso de expansión se puede situar en cualquier punto del circuito, aunque habitualmente se sitúa en la sala de calderas. Se coloca en la aspiración, procurando siempre que la altura de agua colocada sobre el mismo, no sea superior a la presión de llenado de la cámara de nitrógeno. Además, se evita cualquier riesgo de congelación al estar la sala calefactada directamente por el funcionamiento de la caldera de la instalación.

Se opta por un vaso de expansión cerrado de membrana de VN 80 litros. (VN Volumen nominal) para una presión de trabajo de 3 bar, Marca Pneumatex, STATICO mod. SD. Diámetro 505 mm.

3.3.10. RED DE DISTRIBUCIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES

Se proyecta un circuitos para los colectores situados en la cubierta del edificio, con una bomba para todo el circuito. El circuito irá unido al intercambiador de placas mediante un colector de ida y otro de retorno.

De la sala de calderas partirá el circuito, que discurrirán por el techo de la planta baja, hasta llegar al patinillo donde subirá a la cubierta por el montante correspondiente.

Las tuberías de distribución de fluido calefactor serán de **cobre rígido**, unidas mediante accesorios y soldadura fuerte, disponiéndose de los adecuados dispositivos dilatadores. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm².

Las tuberías que discurran por tramos horizontales se deberán montar con una pendiente mínima del 1%, en sentido ascendente de la circulación. Las tuberías discurrirán por el techo de la planta baja, patinillos/montantes y cubierta del edificio, recubiertas en todo momento con coquilla aislante de conductividad inferior a $\lambda = 0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, resistente a la radiación solar, y espesores de acuerdo a la Norma UNE 100.171-98, para evitar pérdidas térmicas en la tuberías y el deterioro del pavimento.

Deben estar aislados térmicamente con el fin de evitar consumos energéticos superfluos, y conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades de consumo con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de producción.

El espesor mínimo de aislamiento térmico lo establece de forma tabulada el RITE, para el caso de conductividad del aislante de $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. En caso de que el aislante empleado tenga un valor λ diferente al establecido puede emplearse la formula indicada en el apartado IT 1.2.4.2.1.2.

Se emplearán **coquillas** de espuma elastomérica, a base de caucho sintético flexible de estructura celular cerrada, ideales para calefacción e hidrosanitaria. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes, tales como, instrumentos de medida y control, válvulas de desagües, volantes, etc. Tampoco se interrumpirá al atravesar elementos estructurales del edificio.

3.3.11. BOMBAS EN INSTALACIÓN

Los circuladores o bombas deberán compensar las caídas de presión de los circuitos mediante la presión que imprimirá al fluido que circule por ellas. Las bombas escogidas para todos los circuitos de ambas instalaciones son bombas centrifugas ya que presentan las siguientes ventajas:

- Ocupan un menor espacio.
- Su coste es menor.
- Aunque no son capaces de alcanzar grandes presiones, para las presentes aplicaciones ofrecerán sobrepresiones más que suficientes para compensar las pérdidas de carga.
- Son capaces de atender fácilmente las variaciones de caudal, que es previsible que se produzcan con motivo de la regulación de la instalación.

Como norma general deberá cuidarse de que las bombas queden siempre por debajo del circuito que impulsan. También habrá que tener en cuenta en su instalación que ningún punto quede en depresión con el fin de evitar la cavitación, efecto pernicioso que la destruye.

En el caso del circuito solar, en el cual hay cuatro bombas, todas ellas se situaran aguas abajo del intercambiador con el que interactúan. Las bombas irán protegidas por filtros de mallas previos a ellas, y estarán provistas de válvulas de corte a ambos lados para posibilitar las posibles acciones de mantenimiento. Asimismo, los manómetros situados tanto en la aspiración como en la impulsión, permitirán la lectura del diferencial de presiones.

Las bombas se instalarán de forma que el rotor quede en posición horizontal o vertical según convenga. Cada modelo de circulador está preparado para trabajar a varios regímenes. Utilizando las curvas características de los circuladores proporcionadas por el fabricante, se puede determinar cuál es la velocidad de giro apropiada. Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de estas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión.

Se colocara dos bombas gemelas de rotor seco, para el circuito primario colocadas en paralelo y otras dos para el secundario, MARCA EBARA. Modelo. LPS 25/08M. Con una velocidad de funcionamiento de **2800 r.p.m** que se ajusta a las condiciones exigidas. Para ver los cálculos de las bombas utilizadas en el proyecto, Ver documento CALCULOS.

3.4. PRODUCCION DE CALOR

3.4.1. ENERGIA DE BIOMASA

Según la Real Academia de la Lengua, la biomasa se define como “Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”. Por lo tanto, la biomasa es un recurso energético generado en los ecosistemas naturales (biomasa espontánea, natural) o por procesos antropogénicos (actividades humanas, provocado).

La biomasa se puede utilizar para producir calor, producir electricidad y para transporte. La aportación más importante de biomasa es sin lugar a dudas la calefacción (es la que se va a analizar). El procedimiento empleado es sencillo desde el punto de vista tecnológico y poco costoso desde el punto de vista económico. Paradójicamente, sin embargo, es en este sector en el que crece con mayor lentitud la proporción correspondiente a la biomasa. Para corregir esta situación, la Comisión Europea contempla varias medidas pero la principal es normalizar las características de la materia prima empleada en la calefacción basada en biomasa.

La energía de la biomasa proviene de la energía que almacenan los seres vivos. En primer lugar, los vegetales al realizar la fotosíntesis, utilizan la energía del sol para formar sustancias orgánicas. Después los animales incorporan y transforman esa energía al alimentarse de las plantas. La energía que se almacena en las plantas y los animales (que se alimentan de plantas u otros animales), o en los desechos que producen, se llama bioenergía. Mediante diferentes procesos de conversión tales como la combustión, emitiendo el dióxido de carbono que fue absorbido durante el proceso de fotosíntesis.

Desde principios de la historia de la humanidad, la biomasa ha sido una fuente energética esencial para el hombre. Con la llegada de los combustibles fósiles, este recurso energético perdió importancia en el mundo industrial. En la actualidad los principales usos que tiene son domésticos. Los factores que condicionan el consumo de biomasa en Europa son:

Factores geográficos: Las condiciones climáticas de cada zona determinan las necesidades de calor.

Factores económicos: por la rentabilidad o no de la biomasa como recurso energético. Esto dependerá de los precios y del mercado energético en cada momento.

3.4.1.1. Ventajas e inconvenientes

La utilización de la biomasa con fines energéticos tiene las siguientes **ventajas** medioambientales:

- Emisiones de CO2 netas.
- Emiten pequeñas cantidades de contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas.
- Canaliza los excedentes agrícolas alimentarios, permitiendo el aprovechamiento de las tierras de retirada.
- Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles. En la actualidad la tecnología aplicada a la biomasa está sufriendo un gran desarrollo, y la investigación se está centrando en minimizar los efectos negativos ambientales de los residuos aprovechados y de las propias aplicaciones.

En cuanto a los **inconvenientes**:

- Para el usuario final el rendimiento energético de los combustibles derivados de la biomasa en comparación con los combustibles fósiles es menor.
- La materia prima es de baja densidad energética lo que quiere decir que ocupa mucho volumen y por lo tanto puede tener problemas de transporte y almacenamiento.
- Necesidad de acondicionamiento o transformación para su utilización.

3.4.1.2. Beneficios socio económicos y medioambientales

La biomasa contribuye a la conservación del medio ambiente, debido a que sus emisiones a la atmosfera son inferiores que las de los combustibles sólidos por su bajo contenido en azufre, nitrógeno y cloro. La mayor ventaja es el balance neutro de CO2 se da al cerrar el ciclo de carbono que comenzaron las plantas en su crecimiento.

Si comparamos las emisiones de las calderas de biomasa con las de los sistemas convencionales de calefacción, se podría decir que los valores de SO2, responsable de la lluvia ácida, son en el caso de las calderas de biomasa más bajos o similares a los de gasóleo y gas. En cuanto a las partículas las emisiones son superiores, pero dentro de los límites que definen las diferentes legislaciones en la materia.

Desde un punto de vista más amplio, es decir, analizando el ciclo de vida del proceso en su conjunto (extracción, producción, transporte, etc.) para los tres combustibles considerados, la situación se torna indiscutiblemente favorable a la biomasa, como se puede observar en el siguiente cuadro:

	Gasóleo	Gas natural	Madera y Pellets
CO (kg)	35	90	20
SO ₂ (kg)	205	20	48
CO ₂ (t)	195	160	15
Partículas (kg)	20	10	30

Emisiones-año del ciclo de vida según el tipo de combustible atizado.

Tabla : Guía práctica, Sistemas de Calefacción con Biomasa en Edificios y Viviendas
 Gasóleo Gas natural Madera y Pellets

La situación anterior se explica si se tiene en cuenta que los combustibles fósiles (gas natural) o derivados de ellos (gasóleo) han de ser extraídos en lugares muy lejanos, ser transportados, transformados, bombeados..., antes de llegar al punto de consumo. Y todas estas operaciones consumen asimismo mucha energía. Por tanto, observando la tabla se puede decir que las emisiones de la biomasa son menos contaminantes que las de otros combustibles ya que su composición es básicamente parte del CO₂ captado por la planta origen de la fotosíntesis, y vapor de agua que se genera al arder la humedad de la biomasa.

Es importante resaltar que el aprovechamiento energético supone “convertir un residuo en un recurso”. Un porcentaje de la biomasa que se usa para producir energía procede de materiales residuales que es necesario eliminar, como residuos procedentes de podas y limpiezas de bosques, rastrojos y podas agrícolas, disminuyendo al mismo tiempo el riesgo de incendios, enfermedades y plagas, y su propagación.

Su utilización desarrolla nuevas actividades que a su vez generan puestos de trabajo en el medio rural, lo cual supone una nueva fuente de ingresos para las industrias locales. Esta oferta de empleo permite fijar la población en los núcleos rurales evitando con ello alguno de los problemas sociales derivados de la emigración hacia los grandes núcleos urbanos, como el abandono de las actividades del mundo rural o la aparición de zonas agrícolas marginales.

3.4.1.3. Tipos de calderas de biomasa

Las calderas de biomasa son equipos compactos diseñados específicamente para un uso doméstico en viviendas unifamiliares, edificios de viviendas o comerciales; o para instalaciones industriales. Todas ellas presentan sistemas automáticos de encendido y regulación e, incluso algunas, de retirada de cenizas, que facilitan el manejo al usuario. Para aplicaciones de calefacción doméstica o comercial, estos equipos son de potencia baja a media (hasta 500 kW). Este tipo de sistemas alcanzan rendimientos energéticos más altos que las calderas de gas y de gasoil.

Un caso concreto, cada vez más extendido, son las calderas de pellets. Debido a las características de este combustible: poder calorífico, compactación, etc., las calderas diseñadas para pellets son muy eficientes y más compactas que el resto de calderas de biomasa.

Las calderas de biomasa pueden clasificarse atendiendo al tipo de combustible que admiten y a la clase de tecnología que utilizan. Existen tres tipos de calderas según el combustible:

- Calderas específicas de pellets: suelen ser pequeñas (hasta 40 kW) y altamente eficientes. La razón de ser de estas calderas tiene sentido por su bajo coste, pequeño tamaño y un elevado rendimiento.
- Calderas de biomasa: su potencia varía desde 25 kW a cientos de kW no admiten varios combustibles simultáneamente, aunque se puede cambiar el combustible si se programa con suficiente antelación el vaciado del silo, la nueva recarga y la reprogramación de la caldera. Precisan de modificaciones en tornillo de alimentación y parrilla.
- Calderas mixtas o multicomcombustible: admiten varios tipos distintos de combustible, cambiando de unos a otros de manera rápida y eficiente, como por ejemplo pellets y astillas. Suelen fabricarse para potencias medias (alrededor de 200 kW) o grandes.

De acuerdo a su tecnología, las calderas se dividen en cuatro grupos:

- Calderas convencionales adaptadas para biomasa: suelen ser antiguas calderas de carbón adaptadas para poder ser utilizadas con biomasa o calderas de gasóleo con un quemador de biomasa. Aunque resultan baratas, su eficiencia es reducida, situándose en torno al 75-85%. Suelen ser semi-automáticas ya que, al no estar diseñadas específicamente para biomasa no disponen de sistemas específicos de mantenimiento y limpieza.
- Calderas estándar de biomasa: diseñadas específicamente para un biocombustible determinado (pellets, astillas, leña,...), alcanzan rendimientos de hasta un 92%, aunque suele ser posible su uso con un combustible alternativo a costa de una menor eficiencia. Generalmente se trata de calderas automáticas ya que disponen de sistemas automáticos de alimentación del combustible, de limpieza del intercambiador de calor y de extracción de las cenizas.
- Calderas mixtas: las calderas mixtas permiten el uso alternativo de dos combustibles, haciendo posible el cambio de uno a otro si las condiciones económicas o de suministro de uno de los combustibles así lo aconsejan. Necesitan un almacenamiento y un sistema de alimentación de la caldera para cada combustible, por lo que el coste de inversión es mayor que para otras tecnologías. Su rendimiento es alto, cercano al 92%, y son calderas totalmente automáticas.

- Calderas de pellets a condensación: Pequeñas, automáticas y para uso exclusivo de pellets, estas calderas recuperan el calor latente de condensación contenido en el combustible bajando progresivamente la temperatura de los gases hasta que se condensa el vapor de agua en el intercambiador. Mediante esta tecnología, el ahorro de pellets es del 15% respecto a una combustión estándar.

3.4.1.4. Combustibles

Algunos tipos de biocombustibles sólidos que existen son los siguientes:

- Astillas: Las astillas de madera son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado. Como ventaja tiene que, al ser un combustible que tiene un pretratamiento relativamente sencillo (astillado y, en su caso, secado), tienen un coste inferior a biomásas producidas industrialmente. Se pueden producir localmente y pueden ser un combustible de alta calidad para calderas de cualquier tamaño, aunque precisan de mayor espacio de almacenamiento que los pellets.

- Residuos agroindustriales: Los residuos agroindustriales adecuados para su uso como combustible en calderas de biomasa son fundamentalmente los provenientes de las industrias de la producción de aceite de oliva y aceituna, de las alcoholeras y la uva, y de los frutos secos. En general, los proveedores suelen reducir su grado de humedad mediante procesos de secado con el objetivo de aumentar su poder calorífico inferior. Normalmente, son combustibles económicos y de buena calidad, aunque en algunos casos se debe prestar una especial atención a las distintas calidades de una misma biomasa. Por ejemplo, el hueso de aceituna es recomendable que esté limpio de pieles o pellejo, para reducir las labores de mantenimiento y mejorar la operación.

- Leña: La leña proviene de trocear troncos que no van a ser utilizados para producir madera, y pueden producirse localmente por los propios usuarios. Al igual que ocurre con el resto de la biomasa, la energía que producen en la caldera va a depender del tipo de madera y de la humedad que contenga. La leña debe introducirse manualmente en la caldera, normalmente varias veces al día. Por lo tanto, los sistemas de calefacción de leña son semiautomáticos, con la ventaja de que esta biomasa es muy económica. Existen calderas que funcionan exclusivamente con leña, y otras que funcionan con leña y astillas o pellets y que tienen un mayor campo de aplicación.

- **Pellets:** Éste va a ser el biocombustible sobre el que se va a centrar más el trabajo, ya que las calderas de biomasa que se van a usar en el estudio, su combustible es el pellet. Por ello, se explicará más detenidamente.

3.4.2. PELLETS

Los pellets de biomasa son un biocombustible estandarizado a nivel internacional (UNE-EN ISO 12086-1:2000). Se forman pequeños cilindros (como se puede apreciar en la figura) procedentes de la compactación de serrines y virutas molturadas y secas, provenientes de serrerías, de otras industrias, o se producen a partir de astillas y otras biomásas de diversos orígenes, como los agropellets.

En el proceso de peletización no se utilizan productos químicos sino simplemente presión, aunque es posible encontrar también un porcentaje reducido de aditivos biológicos. Es aconsejable exigir al suministrador de pellets que indique explícitamente el origen y tipo de biomasa del que están compuestos para evitar malentendidos con otros tipos de pellets no aptos para las calderas de biomasa.

En general, un buen pellet de madera presenta menos de un 10% de humedad y una durabilidad mecánica mayor del 97,5%. El contenido de finos no pasa del 1% ó 2% mientras que las cenizas y el azufre se sitúan en torno al 0,7% y 0,05%, respectivamente. Los aditivos no deben representar más de un 2% en peso en base seca y como compactadores sólo son válidos productos de la biomasa agrícola y forestal que no han sido tratados químicamente. En todo caso, el tipo y la cantidad de aditivos tienen que ser especificados por el fabricante.

Considerando un poder calorífico cercano a **4.300 kcal/kg** (unos 18 MJ/kg), y densidad 1000 kg/m³ puede establecerse que de 2 a 2,2 kilogramos de pellets equivalen energéticamente a un litro de gasóleo. Las calderas denominadas “de pellets” normalmente admiten pellets de 7 mm de longitud por 10 mm de diámetro con calidades medias y altas, siendo, en principio, el único tipo de combustible admitido por estos equipos aunque, realizando los ensayos y pruebas necesarios por parte de los fabricantes, pueden llegar a utilizar otros.



También existen calderas de biomasa que pueden funcionar con pellets de calidad inferior, más económicos aunque con mayor porcentaje de cenizas y menor poder

calorífico. Una de las características a considerar en los pellets es su posible degradación para ciertos porcentajes de humedad, por lo que siempre deben estar almacenados en recintos impermeabilizados, tanto en los puntos de suministro como en el almacenamiento en edificios y viviendas. Es imprescindible exigir una durabilidad mecánica mínima para evitar la desintegración de los pellets en polvo, el cual posee unas propiedades de combustión diferentes y genera problemas en los procesos de transporte, descarga, almacenamiento y combustión. La degradación del pellet puede dar lugar a finos que implican una mayor emisión de polvo en los almacenamientos, daños en las calderas, menor eficiencia y más cenizas volantes.

3.4.2.1 Fabricación de pellets

Etapas del proceso de producción de pellets:

- Suministro de materia prima a la planta: Para que una planta de fabricación de pellets sea rentable y produzca beneficios, es necesaria la: Disponibilidad de materia prima de buena calidad (bajo contenido en sílice y otras materias minerales), homogeneidad en composición, humedad y granulometría, cantidad suficiente y, garantía de suministro.
- Secado forzado: El secado es una operación imprescindible por la elevada humedad que presenta el serrín según se produce en el aserradero. Esta operación se puede realizar en un secadero rotatorio directo, cuyo flujo secante proviene de los gases de combustión desprendidos por una caldera de biomasa alimentada con la viruta y/o los rechazos del serrín.
- Refinado del material: El material, una vez secado, se hace pasar por un molino refinador que iguala los tamaños de partícula a un máximo de 5 mm. La materia prima seca y refinada se transporta de forma neumática a un silo previo al peletizado.
- Compactación: En función de la forma de la matriz empleada, se pueden diferenciar dos tipos de peletizadoras. Por un lado, la de matriz plana, en la que uno o varios rodillos pasan sobre el producto y lo extruyen entre los orificios que posee la matriz. Por otra parte, la peletizadora de matriz anular, que tiene forma de corona circular agujereada, con una luz y espesor determinados, sobre la cual giran excéntrica- mente uno o varios rodillos. La matriz es una pieza estática, que sufre grandes abrasiones ya que los rodillos interiores presionan el material, produciéndose la densificación en las canaletas. La forma de los pellets dependerá directamente del tipo de orificio existente en la matriz. Los equipos de matriz plana presentan la ventaja de duplicar la vida media de las matrices por ser estas reversibles, además de ser más baratas que las del tipo anular. La matriz anular parece producir pellets más largos sin mermar su consistencia. Es decir, ambas tienen ventajas e inconvenientes, y los fabricantes no se decantan claramente por ninguno de los dos tipos.

- Enfriado de pellets: Una vez elaborados los pellets se deben enfriar suave y lentamente para evitar que produzcan fisuras. El enfriado de pellets se realiza mediante un flujo de aire a contra corriente. El aire es el que asciende verticalmente adquiriendo el calor de los pellets, mientras estos bajan cediendo calor.

- Almacenamiento y logística: Generalmente el almacenamiento se realiza en sacos de 15-25 kg, que son los más comercializados en Europa, en Big Bags o en una tolva para granel. Lo más cómodo para el usuario es la **distribución con camiones cisterna**, que mediante un sistema neumático, entregan la cantidad de pellet solicitada, de igual manera que el suministro de gasoil.

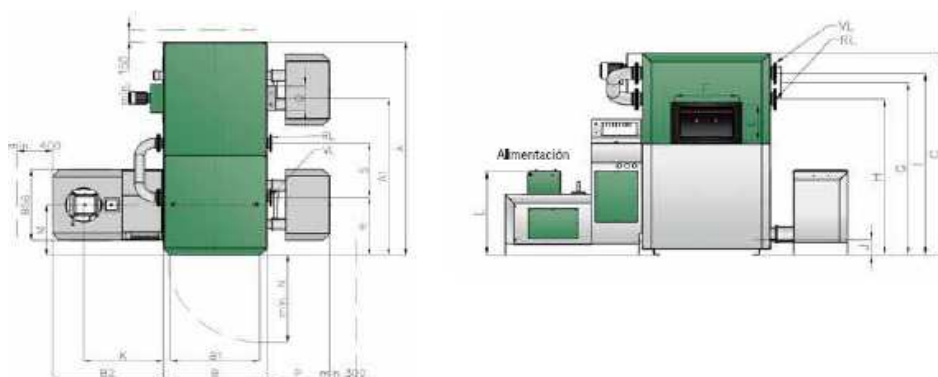
:

3.5. CALDERA

Una vez seleccionado el combustible, en este proyecto son los pellets, debemos seleccionar la caldera que produzca la energía calorífica demandada. En el documento CALCULOS, se desarrolla el cálculo de la demanda de energía total de la instalación. Necesitaremos de una caldera de 187,11 KW de potencia para abastecer toda la instalación que cumpla con los requisitos de la norma DB HE 2, Rendimiento de Instalaciones Térmicas, del CTE. La exigencia básica HE 2 se desarrolla en el vigente Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE). En el Real Decreto 1.027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento

Por ser un generador de calor que utiliza biomasa, el rendimiento mínimo instantáneo exigido por el RITE (IT 1.2.4.2.1) debe ser del 75% a plena carga, la caldera de la instalación tienen un rendimiento del 90%.

Se ha escogido la caldera de biomasa de la **marca HERZ. Modelo BIOMATIC HERZ 54- 220**. Con una potencia modulable nominal mínima de 54 kW y máxima de 220 kW.



Estas calderas funcionan principalmente con pellets aunque también lo pueden hacer con astillas. A causa de la forma cilíndrica y lisa y del tamaño pequeño, el pellet tiende a

comportarse como un fluido, lo que facilita el movimiento del combustible y la carga automática de las calderas.

Características principales desglosadas:

- Marca: HERZ
- Modelo: BioMatic.
- Potencia útil: **54-220 KW**
- Presión máxima de trabajo: 3 bar
- Presión mínima de trabajo: 1 bar
- Temperatura máxima: 90 °C
- Temperatura mínima retorno: 45 °C
- Rendimiento anual: 90 %
- Capacidad agua: 500 l.
- Dimensiones exteriores: 1.948 x 1.066 x 1.262 mm.
- Conexión de impulsión y retorno: DN 80
- Orificio de llenado/vaciado: 3/4"
- Orificio para chimenea salida de humos: **250 mm.**
- Tiro máximo y mínimo: 0,15 y 0,05 mbar.
- Temperatura de los gases: 140°C a 80 °C.

El sistema de retirada de **cenizas** puede ser automático o manual. El **sistema automático** se compone de un tornillo sinfín que transporta y compacta las cenizas desde la cámara de combustión a un contenedor situado en el exterior de la caldera. En algunas calderas este contenedor dispone de ruedas y un tirador para que su vaciado sea más sencillo.

Las cenizas de madera no son peligrosas ni tóxicas y pueden utilizarse como fertilizante para las plantas del propio domicilio. En zonas urbanas pueden tirarse a la basura, pero siempre teniendo en cuenta y respetando la normativa de cada municipio

3.5.1 CHIMENEA

En el caso de biomasa hay que prever un volumen de gases ligeramente superior, debido a que la humedad que contiene la biomasa se evapora en la caldera y da lugar a vapor de agua que sale mezclado con los productos de la combustión, aumentando así el volumen de los gases.

Las emisiones a la atmósfera no varían mucho respecto a las de combustibles fósiles como gasóleo o gas natural, y son mucho menores que las de carbón.

La evacuación de los productos de la combustión se realizará por medio de chimenea prefabricada de acero inoxidable de sección circular en todo su trazado de acuerdo a la Instrucción Técnica IT 1.3.4.1.3. Serán de diámetro **250 mm**, con aislamiento interior, resistente a los humos, al calor y a las posibles corrosiones ácidas que se pueden formar.

En ningún caso se podrán conectar a un mismo conducto de humos generadores que empleen combustibles diferentes. Las chimeneas deberán ser resistentes a la corrosión y a la temperatura, así como estancas, tanto por la naturaleza de los materiales que la constituyen como por el tipo y modo de realizar las uniones de piezas y accesorios.

Las chimeneas sobresaldrán al menos **1 m.** por encima de la cubierta del edificio. Se preverá en la parte inferior del tramo vertical del conducto de humos el correspondiente registro de limpieza en fondo de saco y los registros necesarios en los tramos no verticales.

El conducto de unión del tubo de humos a la caldera estará colocado de manera que sea fácilmente desconectable de ésta y metálico. La unión estará soportada rígidamente, siendo además estanca. Los registros para comprobación de las condiciones de combustión se harán en la Sala de Calderas o al exterior, nunca en comunicación con locales interiores. Existirá un orificio para toma de muestras a la salida de la caldera, a una distancia de 50 cm. de la unión de a la caldera y de cualquier accidente que perturbe las medidas que se realicen.

Se trata de una chimenea modular de acero inoxidable de doble pared y aislamiento intermedio de alta densidad en todo su perímetro, (acero inoxidable /aislante/ acero inoxidable), para que los humos puedan salir a elevada temperatura y no condensar, formada por tramos rectos de 0,95 m., de diámetro **interior 250 mm.**, que conducirá los gases de combustión desde la sala de calderas hasta su extracción en cubierta.

La chimenea se compone de los siguientes elementos:

- Adaptador a caldera. Ø250 mm.

- Codo 45°. Ø250 mm.
- Modulo extensible (de 0,55 a 0,9 m). Ø250 mm.
- Angular 135°. Ø250 mm.
- Colector de hollín. Ø250 mm.
- Módulos rectos de 0,95 m. - Ø250 mm
- Longitud total 17 m.
- Modulo final cónico. Ø250 mm.
- Elementos de unión y anclaje:
- Abrazadera unión tubo: 1 cada metro. Ø250 mm.
- Abrazadera a pared: 1 cada 3 metros. Ø250 mm.
- Soporte final . Ø250 mm.

3.5.2. SILO

Existen diferentes sistemas de almacenamiento para la biomasa:

- Contenedor de almacenamiento: Este sistema es la opción más razonable para usuarios que dispongan de poco espacio (hasta 300 kg).
- Silo textil: Este sistema es optimo en lugares en los que haya espacio suficiente para su instalación, debido a que presenta una mayor autonomía que los anteriores al tener una capacidad de 2 a 5 toneladas.
- Depósito subterráneo: Cuando no existe espacio suficiente para el almacenamiento de combustible, se podrá utilizar este tipo de depósito en el exterior de la vivienda, que mediante un sistema neumático transporta los pellets a la caldera.
- **Silo de almacenamiento de obra:** En este sistema se pueden dar dos casos distintos: silo con suelo inclinado o **plano** con un tornillo sinfin que transporta el combustible a la caldera, o silo con alimentación neumática que permite que el silo este situado hasta a 30 metros de la caldera.

Por ser un edificio nuevo, la capacidad mínima de almacenamiento de combustible es suficiente para cubrir el consumo de dos semanas. En nuestro proyecto este almacenamiento se hizo para un mínimo de un mes (31 días). Ver documento CALCULO.

Se prevé un procedimiento de vaciado del almacenamiento de biocombustibles para la realización de trabajos de mantenimiento o reparación o en situaciones de riesgo o incendio.

Las paredes, suelo y techo del almacenamiento no permiten filtraciones de humedad, son capaces de soportar la presión del biocombustibles almacenado y son resistentes al fuego.

El modelo de silo instalado es el recomendado por el fabricante de la caldera

Para el tipo de caldera que utilizaremos BioMatic de 220 kW, se recomienda un silo cuya extracción de combustible sea horizontal, mediante sinfines articulados que permiten la utilización de todo el espacio de almacenamiento. Para ello Habilitaremos una zona contigua a la de calderas donde se ubicará un silo para pellets construido de ladrillo.

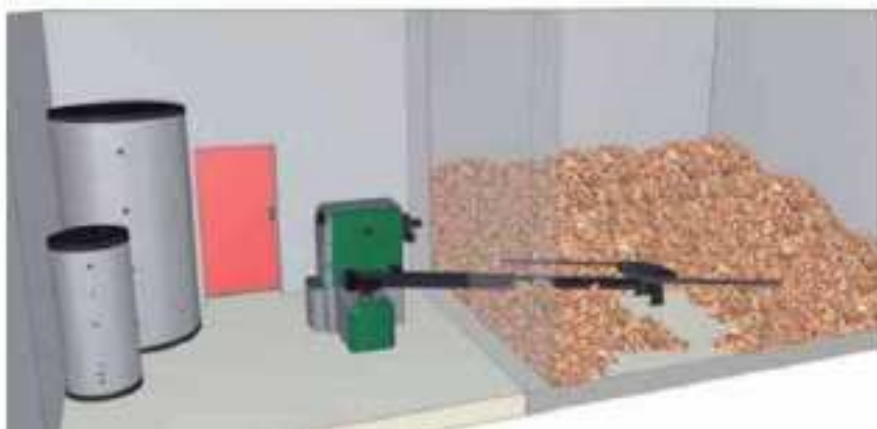


Fig 9. Catálogo HERZ . Para HERZ BioMatic 220kW.

Dimensiones del silo:

- Combustible: 17 tn/mes.
- Densidad pellets: 700 kg/m³.

Por tanto, el volumen del depósito tendrá las siguientes dimensiones mínimas de 24,28 m³ = 5,7m × 2m × 3m

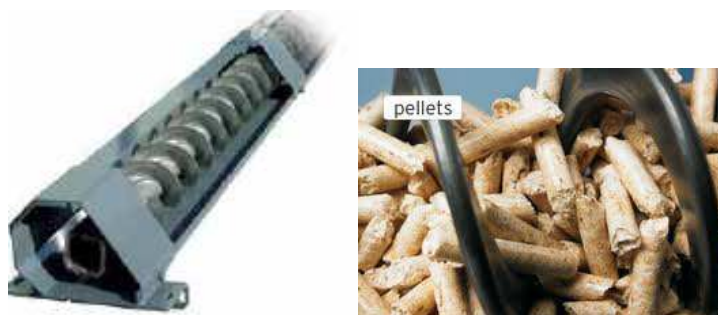


Fig 10. Catálogo HERZ . Para HERZ BioMatic 220kW.

3.5.3. BOMBAS CALEFACCION

La bomba es el elemento encargado de impulsar el fluido caloportador de la instalación, para que éste pueda llegar a cada punto de consumo (emisor) con la presión correspondiente y solventar la pérdida de carga existente en la instalación.

Es por ello que se dimensiona según las pérdidas de presión existentes.

En el documento CALCULOS se encuentran los cálculos de todas las bombas de la instalación.

3.5.4. VASO DE EXPANSION CALEFACCION

El deposito de expansión tiene como fin, absorber las dilataciones del agua del circuito. Se colocara un vaso de expansión que evite las variaciones de presión que provocarían esfuerzos en la instalación.

Se adopta un vaso de expansión cerrado de membrana de VN 140 litros. (VN,Volumen nominal) para una presión de trabajo de 3 bar, Marca Pneumatex, STATICO mod. SE.

- Aditivo antihielo hasta un 50%. (Nuestro caso 40%).
- Certificado de examen CE según PED 97/23/EC .
- Vejiga estanca “airproof” de butilo de acuerdo a norma DIN 4807 T3 y a norma interna.
- Temperatura máx. admisible TS 120° C.
- Temperatura máx. admisible en la vejiga TB 70°C.
- Acero soldado color berylliu.
- Presión máxima admisible 3 bar.
- Presión mínima admisible 0 bar.

3.6. SALA DE CALDERAS

La sala de calderas es el local técnico destinado a albergar la caldera, así como el resto de equipos necesarios para la producción y distribución de los servicios de calefacción y ACS. En concreto, se tendrán como equipos principales la caldera con su quemador, los depósitos de acumulación, los intercambiadores de placas, los circuladores, los vasos de expansión, las centralitas de regulación y las tomas de llenado. Todo ello acompañado de la valvulería e instrumentos de medida necesarios y especificados en la descripción de las instalaciones.

Se considera como sala de máquinas el local donde se halla instalada de forma permanente la maquinaria de producción de calor, con potencia superior a 70 kW. En nuestro caso 220 kW.

Además deberá incluirse **alumbrado de emergencia**. A la sala de calderas no se le darán otros usos distintos como los de almacén, etc. Ni se podrán realizar en ella trabajos distintos de los estrictamente necesarios para la instalación y mantenimiento de los equipos en ella contenidos. La sala de calderas debe satisfacer las condiciones de protección contra incendios, incluidas en la norma NBE-CPI/96, teniendo la presente un carácter de riesgo bajo, por tratarse de un consumo calorífico nominal comprendido entre 70 kW y 600kW. Para ello sus paredes serán de **ladrillo hueco** de 12 cm de espesor, lo que garantizará su **resistencia al fuego** RF120.

Se dispondrá de un **extintor** de eficacia mínima 89B en el exterior de la sala de calderas, junto a la puerta de entrada de ésta. En el interior también será necesaria y suficiente la instalación de otro extintor de las mismas características, ya que no habrá ningún punto de la sala de calderas que diste más de 15 m de éste.

Las dimensiones de la sala de calderas y la disposición de los equipos y elementos en ésta, han de ser tales, que permitan el acceso sin dificultad a los órganos de maniobra y control, y una correcta explotación del sistema. En concreto, deberá dejarse al menos 0,5 metros entre la parte más saliente de la caldera, y cualquier otro elemento. Esta distancia será de un metro en el caso de la parte más saliente de la cara donde va acoplado el quemador.

3.6.1. MANTENIMIENTO

Es muy importante el mantenimiento de la caldera, ya que un correcto funcionamiento aporta las condiciones óptimas de operación, reducción de la gestión de las cenizas, la limpieza de la caldera y las averías debidas a bajas demandas de potencia.

El tiempo de dedicación por parte del personal de mantenimiento de la instalación depende de varios factores: si la recepción del combustible se realiza sin la presencia del

personal, si la biomasa atasca o interrumpe el sistema de alimentación, si la supervisión del sistema se realiza mediante telecontrol en el caso de astillas, **pellets** o residuos agroforestales. Todas estas actividades abarcan:

- El control visual de la caldera un par de veces a la semana si es posible.
- Adquisición del combustible.

El combustible que se va a emplear es el pellet, debido a que tiene un alto poder calorífico 4000-5000 Kcal/kg y su costo es bajo respecto al de otros combustibles (**0,25 €/kg** aproximadamente)

- Gestión de las cenizas.

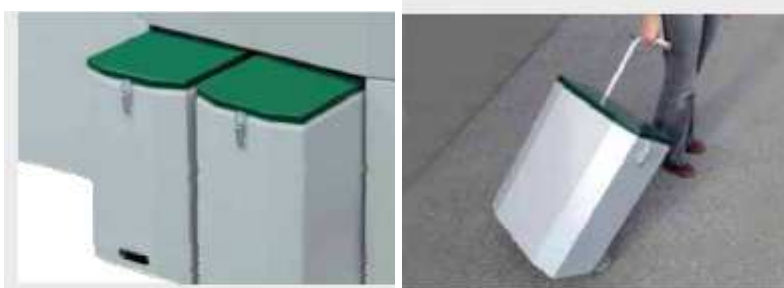


Fig 11. Catálogo HERZ . Para HERZ BioMatic 220kW.

Es obvio que el tiempo dedicado depende del tamaño de la instalación y del consumo de biomasa. En instalaciones pequeñas el tiempo dedicado será menor

3.7. DISTRIBUCION ACS

3.7.1. RED DE DISTRIBUCIÓN GENERAL

Se ha diseñado una red de tuberías de ida y retorno de secciones calculadas en el documento CALCULOS, en función del caudal demandado, con el objetivo de disponer de agua caliente en todo punto de consumo de modo inmediato aún en los periodos de poco consumo.

Las redes de suministro de agua han sido calculadas en cumplimiento de la norma DB HS 4 Salubridad, “Suministro de Agua”.

Las tuberías de distribución del fluido serán de polietileno, disponiéndose de los adecuados dispositivos dilatadores. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm²., discurriendo calorifugadas por todo su trazado.

La red de recirculación comienza en los puntos de derivación de las tomas más alejadas, discurriendo paralela a la tubería de ida y está dotado de una bomba de recirculación colocada a la llegada a los acumuladores y de una válvula de retención que impedirá la circulación del agua en sentido contrario al deseado.

3.7.2. REGULACIÓN SISTEMA ACS

La instalación de ACS propuesta consta con un sistema de regulación y control, prestando especial atención a los siguientes parámetros:

- Control y limitación de la temperatura del agua acumulada.
- Control de la temperatura del agua a la entrada de la red de distribución, cuando sea diferente de la de almacenamiento.

Así, el sistema de control de la temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se realiza mediante un programador colocado en los depósitos, que en función de la temperatura del agua en el acumulador, previamente seleccionada, medida mediante sonda de inmersión, , pone en funcionamiento las bombas del circuito primario de A.C. S. Del depósito acumulador partirá un circuito de distribución del A.C.S. a los diferentes puntos de consumo.

La temperatura del agua en la distribución se regula por una válvula de asiento de 3 vías, controlada por un Regulador de temperatura colocado a la salida del acumulador, que controla la apertura de la válvula cuando la demanda así lo requiera, mezclando agua de retorno con agua del acumulador hasta obtener el agua a la temperatura de consumo elegida.

El sistema de captación solar tendrá un sistema de regulación independiente de la producción de A.C.S. convencional, controlando las bombas de impulsión por una centralita, de manera que las bombas estarán paradas cuando la diferencia de temperatura menor de 2°C, y no estarán paradas cuando la diferencia sea mayor que 7°C.

También cabe contemplar la posibilidad de la bomba del circuito primario, funcione durante la noche, para disipar el calor, cuando la temperatura en los depósitos de energía sea demasiado grande, de esta manera se evitará que los colectores alcancen temperaturas altas y puedan dañarse.

El aerotermo solar, elemento disipador del circuito, será controlado desde cuadro eléctrico, mediante termostato y válvula de tres vías que enviará señal de apertura a la válvula (todo-nada), cuando el termostato alcance la señal de alarma.

3.7.3. VASO DE EXPANSIÓN A.C.S.

En el circuito secundario se colocará un depósito de expansión en cada acumulador, serán de tipo cerrado no automático de 50 y 70 litros de capacidad de la marca Pneumatex, Md. Statico SD 50/SD70 o similar, preparados para soportar 10 Kgr/cm².

3.7.4. BOMBAS ACS

La bomba es el elemento encargado de impulsar el fluido caloportador de la instalación, para que éste pueda llegar a cada punto de consumo (emisor) con la presión correspondiente y solventar la pérdida de carga existente en la instalación. Es por ello que se dimensiona según las pérdidas de presión existentes.

Para el circuito de ACS se ha seleccionado un grupo de presión , compuesto por un grupo de dos bombas con variadores de frecuencia para suministrar un caudal máximo de 17 m³/h a una altura de 31 m.

En el documento CALCULOS se encuentran los cálculos de todas las bombas de la instalación.

3.7.5. CONTADORES

Para medir el caudal de agua que gasta cada usuario de un servicio y posteriormente ser cobrado por la empresa o compañía suministradora, se colocan los llamados contadores que se intercalan en la tubería y controlan el consumo de agua, registrando la cantidad en una esfera de lectura directa o indirecta mediante la conexión de los contadores de agua a interfaces de un ordenador.

El contador responderá a modelos oficialmente aprobados y homologados por el Ministerio de Industria y Energía, tal como señala la norma básica NIA 1.1.3.

Hay 2 maneras complementarias de disponer los contadores:

1. Contador general
2. Contadores divisionarios

Se instalarán contadores **divisionarios** con dos llaves de paso, una anterior y otra posterior y un **contador general** en la planta baja.

Los contadores se alojarán en los descansillos de cada planta. Estarán cerrados con puertas e irán provistos de llave para evitar la manipulación incontrolada de las llaves de paso o contador.

3.7.6. VALVULAS

La válvula es el elemento de regulación del caudal del circuito hidráulico. De su acción dependerá en buena medida la eficacia de un sistema hidráulico.

En la actualidad existen multitud de válvulas comerciales pero sólo será de interés en el presente proyecto las de seguridad, anti-retorno, de paso y las de tres vías.

3.7.6.1. Válvulas de seguridad

Son las encargadas de limitar la presión máxima del circuito al cual protegen, de manera que, justo antes de que la presión del circuito llegue a la de tarado de la válvula ésta se abrirá protegiendo al circuito de sobrepresiones que podrían dañar al circuito.

La presión de tarado de la válvula corresponde a la máxima soportable por el vaso de expansión que es el elemento más delicado del circuito. Por lo dispuesto en la IT 1.3.4.2.5 del RITE, en todo circuito cerrado de líquidos se dispondrá de al menos una válvula de seguridad que impedirá el aumento de la presión interior por encima del timbre.

Al ser tanto el circuito de ACS como el de calefacción circuitos cerrados dispondrán de sus correspondientes válvulas de seguridad en sus correspondientes vasos de expansión. Además se dispondrá de otra en la caldera en cumplimiento de la ITE 02.15.5. La descarga de estas válvulas será visible y se conducirán a un lugar seguro. El cálculo de la tubería de desagüe de las válvulas de seguridad se hace conforme a la UNE 100157. Las normas indican la obligatoriedad de su uso en todo circuito sometido a presión o a variación de temperatura.

La instalación consta de dos válvulas de seguridad, una para **calefacción** que debe soportar 4 bar de presión y otra para **A.C.S** que debe soportar 6 bar de presión.

Para ambos casos se ha escogido la válvula de seguridad modelo SV68M de la marca PNEUMATEX con las siguientes características técnicas:

- Campo de aplicación: Instalaciones de calefacción y ACS
- Presión de trabajo: hasta 10 bar
- Temperatura max. de trabajo: 130 °C

3.7.6.2. Válvulas anti-retorno

Estas válvulas tienen una acción reguladora del caudal muy simple que consiste en imposibilitar el retorno del fluido por el circuito por el cual discurre.

La acción de estas válvulas se limita a no permitir un cambio de sentido contrario al diseño. Así se evita la posibilidad de que en un momento dado el fluido retorne por donde vino. Comercialmente hablando se podrían distinguir dos tipos, de clapeta y de obús.

3.7.6.3. Válvula de paso

La acción de estas válvulas tiene por objeto disminuir el flujo en mayor o menor medida en una parte del circuito.

Dentro de los diferentes tipos en el presente proyecto se empleará **la válvula de bola**, (y de mariposa). El mecanismo de funcionamiento de esta válvula de bola es bien simple y consiste en la acción de una bola (con agujero pasante de diámetro igual a la tubería que asiste) solidariamente unida a una palanca de mano.

Actuando sobre ésta se hará coincidir en mayor o menor medida el taladro de la bola con la tubería produciendo una mayor o menor obstrucción al flujo.

3.7.6.4. Válvula de 3 vías

La acción de estas válvulas consiste en desviar el caudal circulante por un tramo de tubería a un segundo tramo.

En la instalación solar habrá una de estas válvulas que actuará de mezcladora entre el agua fría y el agua caliente que sale del depósito de acumulación a la red de distribución.

En el circuito de calefacción habrá uno por vivienda del tipo todo-nada y su cometido será evitar el paso del agua proveniente de la caldera al circuito interno de la casa, cuando el termostato colocado en la habitación característica así lo decida.

3.7.7. APARATOS SANITARIOS

Los aparatos sanitarios son elementos de servicio de distintas formas, materiales y acabados para la higiene y limpieza. Cuentan con suministro de agua fría y caliente mediante grifería y están conectados a la red de saneamiento. Estos aparatos sanitarios están incluidos en el presente documento por ser los elementos finales de la instalación.

Los aparatos incluidos en el presente documento son: Bañeras < 1,4 m, platos de ducha, lavabos, inodoros, bidés, marca ROCA, colocados de diferentes maneras, e incluidos los sistemas de fijación utilizados para garantizar su estabilidad contra el vuelco, y su resistencia necesaria a cargas estáticas

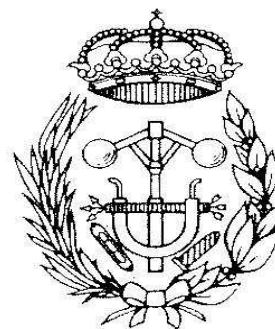
Estos a su vez podrán ser de diferentes materiales: porcelana, cerámica vitrificada, acrílicos, fundición, chapa de acero esmaltada. Se elige la **cerámica vitrificada** por su diseño y resistencia frente a otros factores como los económicos. Se tratará en el presente documento MEMORIA, en el documento PLIEGO DE CONDICIONES y documento PRESUPUESTO, solo los aparatos mencionados anteriormente por ser motivo de estudio relevante de este proyecto.

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO
SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA.

Pamplona, 25 de Junio de 2012

Autor: Unai Borda García



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS.
CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA.

CÁLCULOS

Unai Borda García

José V. Valdenebro García

Pamplona, 25 de Junio de 2012

CÁLCULOS

ÍNDICE

1. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	5.
1.1. APLICABILIDAD Y PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN..	5.
1.2. CUMPLIMIENTO DEL CTE.....	5.
1.2.1. Determinación de la zona climática.....	5.
1.2.2. Clasificación de los espacios.....	6.
1.2.2.1. Demanda energética.....	6.
1.2.3. Envolvente térmica del edificio.....	8.
1.2.4. Cálculo de los parámetros característicos de la demanda.	8.
1.2.4.1 Transmitancia térmica.....	8.
1.2.5. Envolvente edificio.....	14.
1.2.5.1. Muros de fachada.....	14.
1.2.5.2. Suelos.....	18.
1.2.5.3. Cubiertas.....	22.
1.2.5.4. Huecos verticales (ventanas y puertas).....	24.
1.2.5.5. Huecos horizontales (lucernario).....	27.
1.2.5.6. Factor solar modificado. Huecos verticales.....	27.
1.2.5.7. Factor solar modificado. Huecos horizontales.	35.
1.2.6. Particiones interiores.....	36.
1.2.6.1. Suelos. Forjados entre pisos.....	36.

1.2.6.2.Particiones interiores verticales.....	41.
1.2.6.3.Puentes térmicos.....	45.
1.2.7. Comprobación de la conformidad de la demanda... térmica del edificio.....	47.
1.2.7.1. Comprobación del cumplimiento de las..... limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos de la envolvente térmica.....	47.
1.2.7.2. Comprobación de las transmitancias térmicas de los cerramientos y particiones interiores que conforman la envolvente térmica es inferior al valor máximo....	47.
1.2.8. Condensaciones.....	50.
1.2.8.1. Condensaciones superficiales.....	50.
1.2.8.2. Condensaciones intersticiales.....	51.
1.2.8.3. Conformidad.Condensaciones.....	54.
 2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN EN EL EDIFICIO.....	56.
 2.1. CONDICIONES DE DISEÑO.....	56.
2.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO.....	56.
2.2.1. Cálculo de pérdidas por transmisión.....	57.
2.2.2. Cálculo de pérdidas por infiltración o renovación.....	58.
2.2.3. Cálculo de pérdidas por suplementos.....	59.
2.2.3.1. Suplemento por orientación.....	59.
2.2.3.2. Suplemento por intermitencia funcionamiento.	60.
2.3. NECESIDADES CALORÍFICAS DE LAS VIVIENDAS.....	60.

2.4. ELECCIÓN DE LOS EMISORES DE CALOR.....	120.
2.4.1. Método de cálculo.....	120.
2.4.2. Cálculo de los emisores en la instalación.....	123.
2.4.3. Resultados.....	124.
2.5. CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	130.
2.5.1. Dimensionado de las redes de tuberías.....	130.
2.5.2. Cálculo y Dimensionado de los tramos.....	133.
2.5.3. Equilibrado de la instalación.....	152.
3. INSTALACIÓN DE ACS – SOLAR.....	153.
3.1. INSTALACIÓN ACS.....	153.
3.1.1. Cálculo de la demanda energética de ACS.....	153.
3.1.2. Intercambiador circuito ACS.....	159.
3.1.3. Cálculo depósito acumulación ACS.....	159.
3.2. INSTALACIÓN SOLAR.....	162.
3.2.1. Datos previos.....	162.
3.2.2. Cálculo contribución solar térmica.....	165.
3.2.3. Cálculo intercambiador solar.....	176.
3.2.4. Cálculo depósito acumulación solar.....	176.
3.2.5. Cálculo vaso de expansión solar.....	178.
3.2.6. Cálculo red de distribución instalación solar.....	179.
3.2.7. Cálculo bombas instalación solar.....	183.

3.3. CÁLCULO DE LA CALDERA.....	188.
3.3.1. Chimenea.....	191.
3.3.2. Silo.....	192.
3.4. VASO DE EXPANSIÓN CIRCUITO DE CALEFACCIÓN.....	193.
3.4.1 Válvula de seguridad.....	194.
3.5. CÁLCULO DE LAS BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	195.
 4. SUMINISTRO DE AGUA.....	 197.
4.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO.....	197.
4.2. DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS.....	198.
4.2.1. Diámetro de derivaciones a los aparatos.....	199.
4.2.2. Diámetro de alimentación a cuartos húmedos.....	200.
4.2.3. Diámetro de alimentación a cada vivienda.....	206.
4.2.4. Diámetro derivación armario de contadores.....	208.
4.2.5. Diámetro tuberías montantes.....	209.
4.2.6 Red de retorno del A.C.S.....	213.
4.3. CÁLCULO DE BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	213.
 ANEXO I.....	 218.

1. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

1.1. APLICABILIDAD Y PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

En el presente documento se va a llevar a cabo una exposición detallada del procedimiento de cálculo y análisis de los resultados obtenidos, para el proyecto de instalación de ACS y calefacción de 18 viviendas en un mismo edificio, con sistema de producción de calor mediante caldera de biomasa centralizada con apoyo solar, ubicado en la localidad de Peralta, en Navarra.

Ya que el edificio es de nueva construcción, y el porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie, se escoge para la realización del proyecto de acuerdo a las especificaciones del documento básico HE ahorro de energía, la opción simplificada. (Ver documento MEMORIA).

1.2. CUMPLIMIENTO DEL CTE

1.2.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA

Según el Documento Básico HE Ahorro de Energía, la zona climática de cualquier localidad se obtiene en función de la altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia.

Las características climáticas coinciden con las de Pamplona, ya que según el documento Básico HE. Ahorro de energía. (Apéndice D, zonas climáticas, en el apartado D1, determinación de la zona climática a partir de valores tabulados), si la diferencia de alturas es menor a 200m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia

Nuestra localidad es Peralta y se encuentra a 291msnm (metros sobre el nivel del mar), y la diferencia de altura con respecto a la capital de provincia, Pamplona con 456msnm (metros sobre el nivel del mar), es inferior a 200m. Así que tomaremos la misma **zona climática** que ésta, **D1**.

- Se definen 12 zonas climáticas en función de las severidades climáticas de invierno (A, B, C, D, E) y verano (1, 2, 3, 4) de la localidad en cuestión. Se excluyen las combinaciones imposibles para la climatología española.

- La severidad climática de una localidad es el cociente entre la demanda energética de un edificio cualquiera en dicha localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En la presente reglamentación se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática para verano y una para invierno.

Por lo tanto se trabajará en el proyecto con una **zona climática tipo D1**, que es la que hace referencia a Pamplona. (**D**: Veranos suaves, no muy caluroso. **1**: Inviernos fríos).

1.2.2. CLASIFICACION DE LOS ESPACIOS

Los espacios que componen el edificio del proyecto son **espacios habitables**. Se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en espacio con **carga interna baja**, (espacios en los que se disipa poco calor).

Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente.

En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión.

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788: 2002 se establecen en el edificio en cuestión, un espacio de clase de **higrometría 3 o inferior**:

. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y resto de los espacios no indicados anteriormente, puesto que no se prevé una alta producción de humedad (50%).

1.2.2.1. Demanda energética

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática, y de la carga interna en sus espacios.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2 del Documento Básico HE 1.

ZONA CLIMÁTICA D1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno U_{Mlim} : 0,66 W/m² K

Transmitancia límite de suelos U_{Slim} : 0,49 W/m² K

Transmitancia límite de cubiertas U_{Clim} : 0,38 W/m² K

Factor solar modificado límite de lucernarios F_{Lim} : 0,36

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,54	-	0,58
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	0,45	-	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,57	0,44

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 de Documento Básico HE 1, en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica. U en $\text{W/m}^2 \text{ K}$.

ZONAS D:

- Transmitancia máxima de muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno(1) y primer metro de muros en contacto con el terreno..... $U_{Mlim} = 0,86 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Transmitancia máxima de suelos..... $U_{Slim} = 0,64 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Transmitancia máxima de cubiertas..... $U_{Clim} = 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Transmitancia máxima en vidrios y marcos..... $U = 3,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Transmitancia máxima en medianerías..... $U = 1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

1.2.3. ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO

La envolvente térmica del edificio, está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

La envolvente térmica del edificio estará compuesta por:

Los suelos de las viviendas de la planta baja, garajes/trasteros y de sus zonas comunes, tales Como la zona de escaleras y ascensor. Las fachadas de las viviendas desde la planta baja hasta la tercera planta. La cubierta del edificio, tanto la superior del edificio como las cubiertas de terraza.

1.2.4. CALCULO DE LOS PARAMETROS CARACTERISTICOS DE LA DEMANDA

Según el CTE-HE AHORRO DE ENERGIA, sección HE 1 Limitación de la demanda energética, apéndice E, se desarrollan los datos necesarios para calcular los coeficientes de transmisión.

1.2.4.1. Transmitancia térmica.

- Cerramientos en contacto con el aire exterior

Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

La transmitancia térmica U (W/ m^2K), viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_t}$$

Siendo R_t la resistencia térmica total del componente constructivo [m^2K/ W].

La resistencia térmica total **R_t** de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo:

R₁ , **R₂**,..., **R_n** las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [m²K/W];

R_{si} y **R_{se}** las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m²K/W].

$$R_{si} = 1/h_i \text{ y } R_{se} = 1/h_e$$

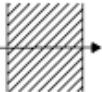


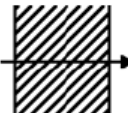
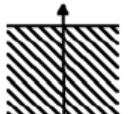
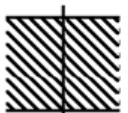
Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m ² K/W		
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de <i>particiones interiores</i> en m ² K/W		
Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor		
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		R_{se} 0,13 R_{si} 0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		R_{se} 0,10 R_{si} 0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente		R_{se} 0,17 R_{si} 0,17

La resistencia térmica de una capa **R** (m²K/W), térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo:

e el espesor de la capa [m]. En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [W/m K]

- **Cerramientos en contacto con el terreno**

1. Suelos en contacto con el terreno

Para el cálculo de la transmitancia U_s (W/m²K) se consideran en este apartado:

CASO 1 soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste;

La transmitancia térmica U_s (W/m^2K) se obtendrá de la tabla E.3 en función del ancho D de la banda de aislamiento perimétrico, de la resistencia térmica del aislante R_a calculada mediante la expresión (E.3 del CTE) y la longitud característica B' de la solera o losa.

Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2} P}$$

Siendo:

P la longitud del perímetro de la solera [m];

A el área de la solera [m^2].

Para soleras o losas sin aislamiento térmico, la transmitancia térmica U_s se tomará de la columna $R_a = 0$ $m^2 K/W$ en función de su longitud característica B' .

Para soleras o losas con aislamiento continuo en toda su superficie se tomarán los valores de la columna $D \geq 1,5$ m.

La transmitancia térmica del primer metro de losa o solera se obtendrá de la fila $B'=1$.

Tabla E.4 Transmitancia térmica U_s en $W/ m^2 K$																
B'	0.5 m < z ≤ 1.0 m				1.0 m < z ≤ 2.0 m				2.0 m < z ≤ 3.0 m				z > 3.0 m			
	R_f ($m^2 K/W$)				R_f ($m^2 K/W$)				R_f ($m^2 K/W$)				R_f ($m^2 K/W$)			
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
≥20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14

- **Particiones interiores:**

La transmitancia térmica U , viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p \times b$$

Siendo:

U_p la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada según el apartado E.1.1, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6. [$\text{m}^2 \text{ K/W}$];

b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por la tabla E.7 del CTE.

A_{iu}/A_{ue}	No aislado $_{ue}$ -Aislado $_{iu}$		No aislado $_{ue}$ -No aislado $_{iu}$		Aislado $_{iu}$ -No aislado $_{iu}$	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
$0.25 \leq 0.50$	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
$0.50 \leq 0.75$	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
$0.75 \leq 1.00$	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
$1.00 \leq 1.25$	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
$1.25 \leq 2.00$	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
$2.00 \leq 2.50$	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
$2.50 \leq 3.00$	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

NOTA: El subíndice ue se refiere al cerramiento entre el *espacio no habitable* y el exterior;
 El subíndice iu se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

- **Huecos y lucernarios:**

La transmitancia térmica de los huecos U_h ($W/m^2 K$) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_h = (1-FM) \times U_{h,v} + FM \times U_{h,m}$$

siendo

$U_{h,v}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente [$W/ m^2 K$];

$U_{h,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta [$W/ m^2 K$];

FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

En ausencia de datos, la transmitancia térmica de la parte semitransparente $U_{h,v}$ podrá obtenerse según la norma UNE EN ISO 10 077-1:2001 .

Ahora que sabemos como calcular el coeficiente de transmitancia térmica (U) de un elemento, vamos a calcular dicho valor para cada uno de los sistemas que componen la instalación, compuesta por sistemas envolventes al edificio y los elementos de compartimentación interior.

- **Factor solar modificado. Huecos verticales**

El factor solar modificado de huecos y lucernarios se va a calcular siguiendo las pautas del CTE-DB-HE1 anexo E 2. El factor solar modificado se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_s \times ((1-FM) \times g_{\perp} + FM \times 0,04 \times U_m \times \alpha)$$

Siendo

F_s = el factor de sombra de hueco o lucernario. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de F_s se debe considerar igual a la unidad;

FM = la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de las ventanas o la fracción de la parte maciza en el caso de las puertas.

g_{\perp} = el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario en dirección normal.

U_m = la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario ($W/ m^2 K$).

α = absortividad del marco

1.2.5. ENVOLVENTE EDIFICIO

1.2.5.1. Muros de fachada

Fachadas, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal.

- **Fachadas cara vista. (Fachada Norte, Sur, Este)**
- **Patios interiores. (Fachada Norte, Sur, Este, Oeste)**

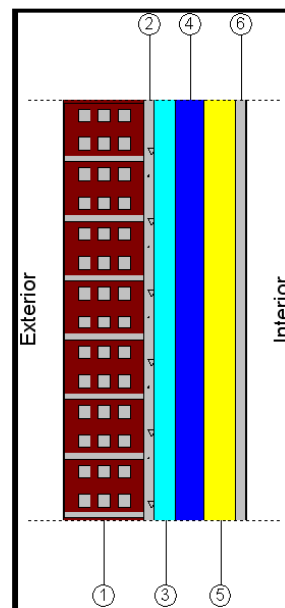
Listado de capas:

- 1 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm 11.5cm
- 2 - Mortero 3.4 cm
- 3 - Cámara de aire 5 cm
- 4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO₂ [0.034 W/[mK]] 4 cm
- 5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4.6 cm
- 6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm

Espesor total: 30 cm

Superficie : Norte 177.54 m² .Sur 177.54 m² . Este 88.85 m².

Limitación de demanda energética **Um: 0.3158 W/m²K**



Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m ² K/W) C.Resistencia	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ
Rse			0.04	
Ladrillo caravista	11.5	0,567	0,203	10
Mortero	3.4	1,3	0,0261	10
Cámara de aire	5	0,277	0,18	1
Expandido CO ₂	4	0,034	1,18	100
Lana mineral	4.6	0,035	1,32	50
Yeso laminado	1.5	0,25	0,06	4
Rsi			0.13	

Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en (m²K/W).

Rse: 0.04 (m²K/W) Rsi:0.13 (m²K/W)

$$R_t = R_{se} + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + e_3/\lambda_3 + e_4/\lambda_4 + e_5/\lambda_5 + e_6/\lambda_6 + R_{se} = 3.1391 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

$$R_t = R_{se} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_{si} = 3.1391 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t}$$

$$U = 0.3158 \text{ (W/ m}^2\text{K)}$$

- Fachada cara vista, combinada primera/segunda Planta (Orientación fachada Norte, Sur, Este)**

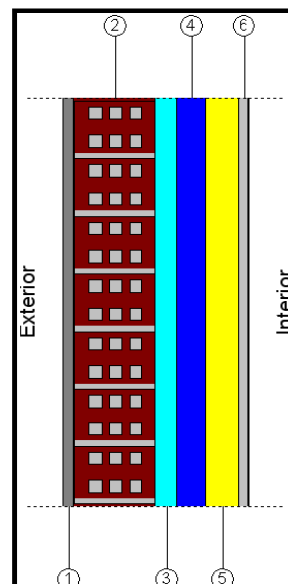
Listado de capas:

- 1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1250 < d < 1450$ 1.5 cm
- 2 - 1/2 pie LP métrico o catalán $80 \text{ mm} < G < 100 \text{ mm}$ 11.5 cm
- 3 - Cámara de aire 3 cm
- 4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO₂ [0.034 W/[mK]] 4 cm
- 5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4.6 cm
- 6 - Placa de yeso laminado [PYL] $750 < d < 900$ 1.5 cm

Espesor total: 30 cm

Superficie : Norte 85.93 m² .Sur 85.93 m² . Este 100.77 m².

Limitación de demanda energética **Um: 0.316 W/m²K**



Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m ² K/W) C.Resistencia	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ
Rse			0.04	
Mortero enlucido	3.4	0.7	0,049	10
ladrillo	11.5	0,567	0,203	10
Cámara de aire	5	0,277	0,18	1
Expandido CO ₂	4	0,034	1,18	100
Lana mineral	4.6	0,035	1,32	50
Yeso laminado	1.5	0,25	0,06	4
Rsi			0.13	

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 3.162 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.316 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

- **Fachada Oeste. (Fachada, posible medianería Oeste)**
- **Fachada Oeste de los patios interiores**

Medianerías, comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya contruidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio adyacente se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada; En nuestro edificio no está previsto una construcción a corto/largo plazo de un edificio adyacente, por lo que a efectos de cálculo se le dará tratamiento de fachada.

Listado de capas:

- 1 - Mortero de cemento o cal para albañilería 1250 < d < 1450 3.4cm, (2 cm)
- 2 – Ladrillo muro de fachada 11.5cm, (8.5 cm)
- 3 - Cámara de aire 5cm, (1cm)
- 4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO₂ [0.034 W/[mK]] 4cm, (3cm)
- 5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4.6 cm, (4cm)
- 6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5cm, (1.5cm)

Espesor total: 30cm (20cm fachada baños 1º, 2º planta. Cocina, salón comedor 3º planta ático)

Superficie : Oeste 205.94 m².(de los cuales 66 m² baños, cocina y salón comedor).Patios interiores Oeste 14.5 m².

Limitación de demanda energética **Um: 0.316 W/m²K. [Um: 0.387 W/m²K]**

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m ² K/W) C.Resistencia	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ
Rse			0.04	
Mortero enlucido	3.4	0.7	0,049	10
ladrillo	11.5	0,567	0,203	10
Cámara de aire	5	0,277	0,18	1
Expandido CO ₂	4	0,034	1,18	100
Lana mineral	4.6	0,035	1,32	50
Yeso laminado	1.5	0,25	0,06	4

Rsi			0.13	
-----	--	--	------	--

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 3.162 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.316 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

Fachada Oeste de baños, cocina, salón comedor:

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m ² K/W) C.Resistencia
Rse			0.04
Mortero enlucido	2	0.7	0.0285
ladrillo	8.5	0.567	0.149
Cámara de aire	1	0.067	0.15
Expandido CO2	3	0.034	0.88
Lana mineral	4	0.035	1.143
Yeso laminado	1.5	0.25	0.06
Rsi			0.13

$$[R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.581 \text{ (m}^2\text{K/W)}]$$

$$[U = \frac{1}{R_t} = 0.387 \text{ (W/m}^2\text{K)}]$$

- **Muro de fachada planta baja. Fachada garaje: Local no calefactado**
- Exento de cálculo en la envolvente del edificio. Espacio no habitable.

Listado de capas:

- 1 - Mortero de cemento o cal para albañilería para revoco/enlucido, con acabado final (efecto piedra) 1250 < d < 1450 2 cm
- 2 - Ladrillo muro de fachada 8.5 cm
- 3 - Cámara de aire 1 cm
- 4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] 3 cm
- 5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4 cm
- 6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm

Espesor total: 20 cm

Superficie : Norte 70.76 m² .Sur 66.92 m² . Este 35.73 m². Oeste 80.01 m².

Limitación de demanda energética **Um: 0.387 W/m²K**

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.04
Mortero enlucido (efecto piedra)	2	0.7	0.0285
ladrillo	8.5	0.567	0.151
Cámara de aire	1	0.067	0.149
Expandido CO2	3	0.034	0.88
Lana mineral	4	0.035	1.143
Yeso laminado	1.5	0.25	0.06
Rsi			0.13

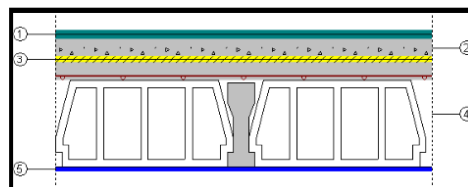
$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.581 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.387 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

1.2.5.2 Suelos

Suelos, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable;

- **Forjados entre pisos**
 - (Acabado baldosa: Cocinas y baños).
 - Forjado entre Planta baja: (Espacio no habitable) y Primera planta: (Espacio habitable)



Listado de capas:

- 1 - Plaqueta o baldosa cerámica 1.8 cm
- 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000 2 cm
- 3 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] 2 cm
- 4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente) 29.2 cm
- 5 - Enlucido de yeso d < 1000 0.5 cm

Espesor total: 35. cm

Superficie : 178.86 m².

Limitación de demanda energética U (flujo descendente): 0.459 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.487 W/m²K

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.10-0.17
baldosa	1	1	0.01
Mortero	1.5	0.7	0.0214
Lana mineral	6.4	0.04	1.6
Forjado unidirec	25	1.32	0.189
Yeso	1.1	0.4	0.03
Rsi			0.10-0.17

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).

(flujo ascendente):

Rse: 0.10. (m²K/W)) Rsi:0.10 (m²K/W)

(flujo descendente):

Rse: 0.17. (m²K/W)) Rsi:0.17 (m²K/W)

(flujo ascendente)- (flujo descendente):

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.05 - 2.19 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.487 - 0.459 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

La transmitancia térmica U, viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p \times b$$

Siendo:

U_p la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada según el apartado E.1.1, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6. [m² K/W];

b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por la tabla E.7 del CTE.

De la tabla de la norma obtenemos el factor b para nuestra situación.

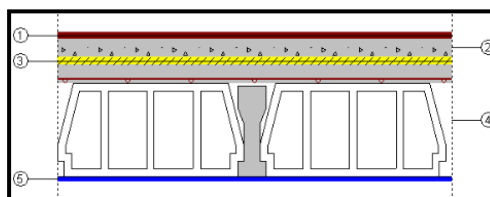
“aislado ue – no Aislado iu” y caso 2, con A_{iu}/A_{ue} = 1 el cual:

$$b = 0.94$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.459 (\text{W/m}^2\text{K})$$

$$U = U_p \times b = 0.459 \times 0.94 = 0.431 (\text{W/m}^2\text{K})$$

- **Forjados entre pisos**
 - (Acabado parquet: En superficie restante de viviendas).
 - Forjado entre Planta baja: (Espacio no habitable) y Primera planta: (Espacio habitable)



Listado de capas:

- 1 - Frondosa de peso medio $565 < d < 750$ 1.8 cm
- 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1800 < d < 2000$ 2 cm
- 3 - MW Lana mineral $[0.04 \text{ W/[mK]}]$ 2 cm
- 4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente) 29.2 cm
- 5 - Enlucido de yeso $d < 1000$ 0.5 cm

Espesor total: 35. cm

Superficie : 741.06 m².

Limitación de demanda energética U (flujo descendente): 0.452 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.482 W/m²K

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m ² K/W) C.Resistencia
Rse			0.10-0.17
frondosa	1.8	0.18	0.1
Mortero	1.5	0.7	0.0214
Lana mineral	6.2	0.04	1.55
Forjado unidirec	25	1.32	0.189
Yeso	0.5	0.4	0.0125
Rsi			0.10-0.17

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).

(flujo ascendente):

Rse: 0.10. (m²K/W)) Rsi:0.10 (m²K/W)

(flujo descendente):

Rse: 0.17. (m²K/W)) Rsi:0.17 (m²K/W)

(flujo ascendente)- (flujo descendente):

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.073 - 2.212 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.482 - 0.452 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

La transmitancia térmica U , viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p \times b$$

Siendo:

U_p la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada según el apartado E.1.1, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6. [$\text{m}^2 \text{ K/W}$];

b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por la tabla E.7 del CTE.

De la tabla de la norma obtenemos el factor b para nuestra situación.
 “aislado ue – no Aislado iu” y caso 2, con $A_{iu}/A_{ue} = 1.00$ el cual:

$$b = 0.94$$

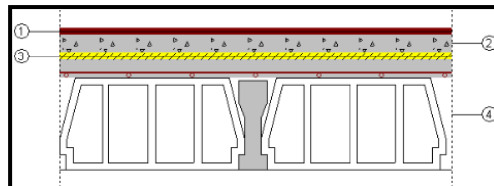
$$U = \frac{1}{R_t} = 0.452 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

$$U = U_p \times b = 0.452 \times 0.94 = 0.424 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

- **Forjado en voladizo**
- En contacto con el aire exterior

Listado de capas:

- 1 - Frondosa de peso medio $565 < d < 750$
1.8 cm
- 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido
 $1800 < d < 2000$ 2 cm
- 3 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] 2 cm
- 4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente). 29.2 cm



(forjado expuesto a la intemperie)

Con acabado exterior cara vista para el forjado. (Resistente a contacto con el exterior).

- Para resto de voladizos, se sustituirá la frondosa por cemento, el valor de transmitancia total no variará con respecto a este último para los distintos espesores.

Espesor total: 35. cm

Superficie : 45.1 m².

Limitación de demanda energética U (flujo descendente): 0.453 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.483 W/m²K

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m ² K/W) C.Resistencia	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ
Rse			0.10-0.17	
Frondosa	1.8	0.18	0.1	50
Mortero	2	0.7	0.0286	10
Lana mineral	6.2	0.04	1.55	50
Forjado unidirec	25	1.32	0.189	10
Rsi			0.10-0.17	

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).

(flujo ascendente):

Rse: 0.10. (m²K/W)) Rsi:0.10 (m²K/W)

(flujo descendente):

Rse: 0.17. (m²K/W)) Rsi:0.17 (m²K/W)

(flujo ascendente)- (flujo descendente):

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.068 - 2.207 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.483 - 0.453 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

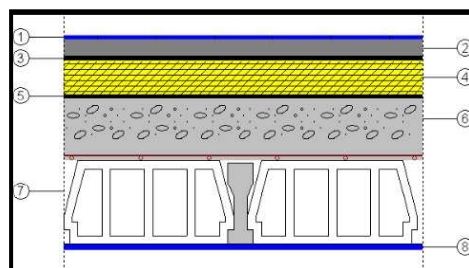
1.2.5.3. Cubiertas

cubiertas, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal;

- **Azotea terraza transitable ático y patios interiores**
 - En contacto con el aire exterior

Listado de capas:

- 1 - Plaqueta o baldosa cerámica 1 cm
- 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450 4 cm
- 3 - Betún fieltro o lámina 1 cm
- 4 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] 8 cm



Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

5 - Betún fieltro o lámina 1 cm

6 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400 3.5 cm

7 - Forjado unidireccional (Elemento resistente) 15 cm

8 - Enlucido de yeso d < 1000 1.5 cm

Espesor total: 35 cm

Superficie : terraza transitable ático 239.633 m². Patios interiores 32.26 m².

Limitación de demanda energética **Uc: 0.2613 W/m²K**

Material capas	Espesor(cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R(m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.04
Baldosa cerámica	1	0.01	1
Mortero	4	0,7	0,057
Betún fieltro	1	0.23	0.043
Lana mineral	8	0,035	2.285
Betún fieltro	1	0.23	0.043
Hormigón	3.5	0.55	0.063
Forjado	15	1.42	0.105
Yeso laminado	1.5	0,25	0,06
Rsi			0.13

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 3.826 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.2613 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

- Cubierta superior**

1 - Lámina impermeabilizante autoprotegida acabada en pizarra o gránulo mineral en la cara exterior y un film de poliuretano antiadherente de polietileno de baja densidad. Chapa de acero lacado espesor total 5.5cm

2 - Losa plana de hormigón HA-25/B/20/Ila. Mallas de acero B500T y barras de acero B500S .15cm

3 - Betún fieltro o lámina 1 cm

4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]7 cm

5 – Enlucido yeso. 1.5 cm

Espesor total 30 cm

Superficie : terraza transitable ático 591.66 m².

Material capas	Espesor(cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R(m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.04
pizarra	5.5	0.35	0.157
Hormigón	15	0.55	0.272
Betún fieltro	1	0.23	0.043
Expandido CO2	7	0.034	2.058
Yeso	1.5	0.25	0,06
Rsi			0.13

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.76 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.3623 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

1.2.5.4. Huecos verticales (ventanas y puertas)

- Ventanas**

La transmitancia térmica de los huecos U_h (W/m² K) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_h = (1-FM) \times U_{h,v} + FM \times U_{h,m}$$

siendo

$U_{h,v}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente. Vidrio baja emisividad 1.6 [W/ m² K];

$U_{h,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana, lucernario, o puerta. Carpintería aluminio con RPT (rotura de puente térmico 14.8 mm) lacado blanco 3.5 [W/ m²K];

FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

Ventana tipo 1 (fachada y patio interior)

Fracción de vidrio =

$$\begin{aligned} A_{\text{vidrio}} &= (0.7675 \times 0.90 \times 2 \text{ hojas}) = 1.382 \text{ m}^2 \\ A_{\text{total}} &= (2 \times 1.20) = 2.3943 \text{ m}^2 \\ (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) &= 0.576 \end{aligned}$$

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Fracción de marco FM =

$$1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.424$$

$$U_h = (1 - 0.424) \times 1.6 + 0.424 \times 3.5 = \mathbf{2.405 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Ventana tipo 2 (fachada)

Fracción de vidrio =

$$\text{Avidrio} = (0.52 \times 0.90 \times 2 \text{ hojas}) = 0.936 \text{ m}^2$$

$$\text{Atotal} = (1.5 \times 1.20) = 1.793 \text{ m}^2$$

$$(\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.521$$

Fracción de marco FM =

$$1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.478$$

$$U_h = (1 - 0.478) \times 1.6 + 0.478 \times 3.5 = \mathbf{2.506 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Ventana tipo 3 (balcón norte y sur)

Fracción de vidrio =

$$\text{Avidrio} = (0.7675 \times 2.22 \times 2 \text{ hojas}) = 3.407 \text{ m}^2$$

$$\text{Atotal} = (2 \times 2.5) = 5 \text{ m}^2$$

$$(\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.681$$

Fracción de marco FM =

$$1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.318$$

$$U_h = (1 - 0.318) \times 1.6 + 0.318 \times 3.5 = \mathbf{2.202 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Ventana tipo 4 (terraza ático puerta doble)

Fracción de vidrio =

$$\text{Avidrio} = (0.52 \times 2.22 \times 2 \text{ hojas}) = 2.308 \text{ m}^2$$

$$\text{Atotal} = (1.50 \times 2.50) = 3.75 \text{ m}^2$$

$$(\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.616$$

Fracción de marco FM =

$$1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.384$$

$$U_h = (1 - 0.384) \times 1.6 + 0.384 \times 3.5 = \mathbf{2.329 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Ventana tipo 5 (terraza ático pequeña y patio interior)

Fracción de vidrio =

$$\text{Avidrio} = (0.52 \times 0.9) = 0.468 \text{ m}^2$$

$$\text{Atotal} = (0.8 \times 1.2) = 0.96 \text{ m}^2$$

$$(\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.487$$

Fracción de marco FM =

$$1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.512$$

$$U_h = (1 - 0.512) \times 1.6 + 0.512 \times 3.5 = \mathbf{2.571 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

(Existe un muro de carpintería opaca que separa uno de los patios interiores de las escaleras de los ascensores. De dimensiones 1.80 m y altura variable se considerará misma transmitancia 2.57 (W/m² K) Espesor.0.013 m)

Ventana tipo 6 (terraza ático puerta sencilla)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & A_{\text{vidrio}} = 0.66 \times 2.22 = 1.465 \text{ m}^2 \\ & A_{\text{total}} = (0.94 \times 2.50) = 2.35 \text{ m}^2 \\ & (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.623 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = \quad 1 - (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.376$$

$$U_h = (1 - 0.376) \times 1.6 + 0.376 \times 3.5 = \mathbf{2.312 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Ventana tipo 7 (planta baja garajes)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & A_{\text{vidrio}} = (0.53 \times 0.61 \times 4 \text{ hojas}) = 1.293 \text{ m}^2 \\ & A_{\text{total}} = (0.753 \times 2.50) = 1.882 \text{ m}^2 \\ & (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.687 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = \quad 1 - (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.312$$

$$U_h = (1 - 0.312) \times 1.6 + 0.312 \times 3.5 = \mathbf{2.191 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Puerta portal (planta baja)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & A_{\text{vidrio}} = (0.72 \times 2.085 \times 1 \text{ hoja}) = 1.501 \text{ m}^2 \\ & (0.32 \times 2.085 \times 1 \text{ hojas}) = 0.667 \text{ m}^2 \\ & A_{\text{vidrio total}} = 2.168 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{total}} &= (1.702 \times 2.566) = 4.67 \text{ m}^2 \\ (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) &= 0.496 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = \quad 1 - (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.503$$

$$U_h = (1 - 0.503) \times 1.6 + 0.503 \times 3.5 = \mathbf{2.554 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Puertas garajes con ventana superior (planta baja garajes)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & A_{\text{vidrio}} = (0.53 \times 0.61 \times 4 \text{ hojas}) = 1.293 \text{ m}^2 \\ & A_{\text{total}} = (2.60 \times 2.50) = 6.5 \text{ m}^2 \\ & (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.199 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = 1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.80$$

$$\mathbf{U_h = (1 - 0.80) \times 1.6 + 0.80 \times 3.5 = 3.118 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

No se incluirán en la consideración anterior las puertas cuyo porcentaje de superficie semitransparente sea inferior al 50 %. Según el CTE documento básico ahorra energético apartado 3.2.1.3.

1.2.5.5. Huecos horizontales (lucernario)

- Lucernario

Lucernario patio interior (planta baja)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & \text{Avidrio} = (1.61 \times 1.61 \times 4 \text{ hojas}) = 2.592 \text{ m}^2 \\ & \text{Atotal} = (1.75 \times 1.75) = 3.06 \text{ m}^2 \\ & (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.846 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = 1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.153$$

$$\mathbf{U_h = (1 - 0.153) \times 1.6 + 0.153 \times 3.5 = 1.889 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

1.2.5.6. Factor solar modificado. Huecos verticales

El factor solar modificado de huecos y lucernarios se va a calcular siguiendo las pautas del CTE-DB-HE1 anexo E 2. El factor solar modificado se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$\mathbf{F = F_s \times ((1-FM) \times g_{\perp} + FM \times 0,04 \times U_m \times \alpha)}$$

Siendo

F_s = el factor de sombra de hueco o lucernario. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de F_s se debe considerar igual a la unidad;

FM = la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de las ventanas o la fracción de la parte maciza en el caso de las puertas.

g_l = el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario en dirección normal.

Um = la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario (W/ m²K).

α = absorptividad del marco.

- **Fachada Norte y Sur. (Sur Factor solar modificado)**

3 Ventanas tipo 1 (fachada)

$$\begin{aligned}\text{Fracción de vidrio} = & \quad A_{\text{vidrio}} = (0.7675 \times 0.90 \times 2 \text{ hojas}) = 1.382 \text{ m}^2 \\ & A_{\text{total}} = (2.00 \times 1.20) = 2.3943 \text{ m}^2 \\ & (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.576\end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = \quad 1 - (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.424$$

$$\mathbf{U_h = (1 - 0.424) \times 1.6 + 0.424 \times 3.5 = 2.405 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.12 del CTE.

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

R/W = 0.24m / 2.00m = 0.12 y R/H 0.24m / 1.20m = 0.2

F_s = Factor de sombra 0.67

g_l = el factor solar 0.76

FM = 0.424

Um = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.67 \times (1 - 0.424) \times 0.76 + 0.424 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.305$$

$$\mathbf{F = 0,305}$$

18 Ventana tipo 2. (10 en fachada y 8 en patios interiores)

$$\begin{aligned}\text{Fracción de vidrio} = & \quad A_{\text{vidrio}} = (0.52 \times 0.90 \times 2 \text{ hojas}) = 0.936 \text{ m}^2 \\ & A_{\text{total}} = (1.5 \times 1.20) = 1.793 \text{ m}^2 \\ & (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.521\end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = \quad 1 - (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.478$$

$$\mathbf{U_h = (1 - 0.478) \times 1.6 + 0.478 \times 3.5 = 2.506 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.12 del CTE.

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

$$R/W = 0.24\text{m} / 1.5\text{m} = 0.16 \text{ y } R/H = 0.24\text{m} / 1.20\text{m} = 0.2$$

F_s = Factor de sombra 0.67

g_⊥ = el factor solar 0.76

FM = 0.478

U_m = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.67 \times (1 - 0.478) \times 0.76 + 0.478 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.294$$

F = 0,294

6 Ventana tipo 2.A (fachada)

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.11 del CTE.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo

(Con retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento).

$$L/H = 1.24\text{m} / 1.20\text{m} = 1.03 \text{ y } D/H = 1.10\text{m} / 1.20\text{m} = 0.92$$

F_s = Factor de sombra 0.6

g_⊥ = el factor solar 0.76

FM = 0.478

U_m = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.6 \times (1 - 0.478) \times 0.76 + 0.478 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.251$$

F = 0,251

4 Ventana tipo 2.B (ático)

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.11 del CTE.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo

(Con retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento).

$$L/H = 0.51\text{m} / 1.20\text{m} = 0.425 \text{ y } D/H = 0.10\text{m} / 1.20\text{m} = 0.08$$

F_s = Factor de sombra 0.92

g_⊥ = el factor solar 0.76

FM = 0.478

U_m = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.92 \times (1 - 0.478) \times 0.76 + 0.478 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.338$$

$$F = 0,378$$

3 Ventanas tipo 3 (balcón)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & \text{Avidrio} = (0.7675 \times 2.22 \times 2 \text{ hojas}) = 3.407 \text{ m}^2 \\ & \text{Atotal} = (2 \times 2.5) = 5 \text{ m}^2 \\ & (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.681 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = 1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.318$$

$$U_h = (1 - 0.318) \times 1.6 + 0.318 \times 3.5 = 2.202 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}$$

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.11 del CTE.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo
 (Con retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento).

$$L/H = 1.24\text{m} / 2.5\text{m} = 0.49 \text{ y } D/H = 1.10\text{m} / 2.5\text{m} = 0.44$$

F_s = Factor de sombra 0.96

g_l = el factor solar 0.76

FM = 0.318

U_m = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.96 \times (1 - 0.318) \times 0.76 + 0.318 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.539$$

$$F = 0,506$$

3 Ventanas tipo 4 (terraza ático puerta doble)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & \text{Avidrio} = (0.52 \times 2.22 \times 2 \text{ hojas}) = 2.308 \text{ m}^2 \\ & \text{Atotal} = (1.50 \times 2.50) = 3.75 \text{ m}^2 \\ & (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.616 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = 1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.384$$

$$U_h = (1 - 0.384) \times 1.6 + 0.384 \times 3.5 = 2.329 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}$$

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.11 del CTE.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo.
 (Con retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento).

$$L/H = 0.51\text{m} / 2.5\text{m} = 0.2 \text{ y } D/H = 0.10\text{m} / 2.5\text{m} = 0.04$$

F_s = Factor de sombra 0.82

g_L = el factor solar 0.76

FM = 0.318

Um = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.82 \times (1 - 0.384) \times 0.76 + 0.384 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.394$$

$$\mathbf{F = 0,394}$$

4 Ventanas tipo 5 (2 en terraza ático pequeña y 2 en patios interiores)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & \text{Avidrio} = (0.52 \times 0.9) = 0.468 \text{ m}^2 \\ & \text{Atotal} = (0.8 \times 1.2) = 0.96 \text{ m}^2 \\ & (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.487 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = \quad 1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.512$$

$$\mathbf{U_h = (1 - 0.512) \times 1.6 + 0.512 \times 3.5 = 2.571 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Factor solar modificado

Fs = de la tabla E.11 del CTE.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo

(Con retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento).

$$L/H = 0.51 \text{ m} / 1.20 \text{ m} = 0.425 \text{ y } D/H = 0.10 \text{ m} / 1.20 \text{ m} = 0.08$$

Fs = Factor de sombra 0.82

g_L = el factor solar 0.76

FM = 0.478

Um = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.82 \times (1 - 0.512) \times 0.76 + 0.512 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.332$$

$$\mathbf{F = 0,332}$$

1 Ventana tipo 6 (terraza ático puerta sencilla)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & \text{Avidrio} = 0.66 \times 2.22 = 1.465 \text{ m}^2 \\ & \text{Atotal} = (0.94 \times 2.50) = 2.35 \text{ m}^2 \\ & (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.623 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = \quad 1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.376$$

$$\mathbf{U_h = (1 - 0.376) \times 1.6 + 0.376 \times 3.5 = 2.312 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}}$$

Factor solar modificado

Fs = de la tabla E.11 del CTE.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo.

(Con retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento).

L/H = 0.51m / 2.5m = 0.2 y D/H 0.10m / 2.5m = 0.04

Fs = Factor de sombra 0.82

g_L = el factor solar 0.76

FM = 0.318

Um = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.82 \times (1 - 0.376) \times 0.76 + 0.376 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.399$$

$$F = 0.399$$

1 Ventana tipo 7 (planta baja garajes)

$$\begin{aligned} \text{Fracción de vidrio} = \quad & \text{Avidrio} = (0.53 \times 0.61 \times 4 \text{ hojas}) = 1.293 \text{ m}^2 \\ & \text{Atotal} = (0.753 \times 2.50) = 1.882 \text{ m}^2 \\ & (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.687 \end{aligned}$$

$$\text{Fracción de marco FM} = 1 - (\text{Avidrio} / \text{Atotal}) = 0.312$$

$$U_h = (1 - 0.312) \times 1.6 + 0.312 \times 3.5 = 2.191 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}$$

Factor solar modificado

Fs = de la tabla E.12 del CTE.

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

R/W = 0.24m / 2.50m = 0.096 y R/H 0.24m / 0.753m = 0.318

Fs = Factor de sombra 0.56

g_L = el factor solar 0.76

FM = 0.318

Um = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.56 \times (1 - 0.312) \times 0.76 + 0.312 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.301$$

$$F = 0.387 \text{ (En espacio no habitable)}$$

- **Fachada Oeste y Este. Factor solar modificado**

4 Ventanas tipo 1 (fachada Este)

Factor solar modificado

Fs = de la tabla E.12 del CTE.

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

$$R/W = 0.24\text{m} / 2.00\text{m} = 0.12 \text{ y } R/H = 0.24\text{m} / 1.20\text{m} = 0.2$$

F_s = Factor de sombra 0.82

g_⊥ = el factor solar 0.76

FM = 0.424

Um = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.82 \times (1 - 0.424) \times 0.76 + 0.424 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.387$$

F = 0,387

20 Ventana tipo 2 (8 en fachada y 12 patio interior Este y)

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.12 del CTE.

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

$$R/W = 0.24\text{m} / 1.5\text{m} = 0.16 \text{ y } R/H = 0.24\text{m} / 1.20\text{m} = 0.2$$

F_s = Factor de sombra 0.82

g_⊥ = el factor solar 0.76

FM = 0.478

Um = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.82 \times (1 - 0.478) \times 0.76 + 0.478 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.294$$

F = 0,338

4 Ventana tipo 2 (fachada)

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.11 del CTE.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo

(Con retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento).

$$L/H = 1.24\text{m} / 1.20\text{m} = 1.03 \text{ y } D/H = 1.14\text{m} / 1.20\text{m} = 0.95$$

F_s = Factor de sombra 0.89

g_⊥ = el factor solar 0.76

FM = 0.478

Um = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.89 \times (1 - 0.478) \times 0.76 + 0.478 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.366$$

F = 0,366

4 Ventanas tipo 4 (terraza ático puerta doble)

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.11 del CTE.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo.

(Con retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento).

$$L/H = 0.51\text{m} / 2.5\text{m} = 0.2 \text{ y } D/H = 0.10\text{m} / 2.5\text{m} = 0.04$$

F_s = Factor de sombra 0.92

g_{\perp} = el factor solar 0.76

FM = 0.318

U_m = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.92 \times (1 - 0.384) \times 0.76 + 0.384 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.441$$

$$F = 0.441$$

2 Ventana tipo 2 (ático)

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.11 del CTE.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo

(Con retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento).

$$L/H = 0.51\text{m} / 1.20\text{m} = 0.425 \text{ y } D/H = 0.10\text{m} / 1.20\text{m} = 0.08$$

F_s = Factor de sombra 0.92

g_{\perp} = el factor solar 0.76

FM = 0.478

U_m = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.92 \times (1 - 0.478) \times 0.76 + 0.478 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.378$$

$$F = 0.378$$

2 Ventanas tipo 5 (en patios interiores Oeste)

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.12 del CTE.

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

$$R/W = 0.24\text{m} / 0.8\text{m} = 0.3 \text{ y } R/H = 0.24\text{m} / 1.20\text{m} = 0.2$$

F_s = Factor de sombra 0.76

g_{\perp} = el factor solar 0.76

FM = 0.478

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

$U_m = 3.5 \text{ (W/ m}^2\text{K)}.$

$\alpha = 0.2$

$$F = 0.76 \times (1 - 0.512) \times 0.76 + 0.512 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.332$$

F = 0,296 (En espacio no habitable)

6 Ventana tipo 6 (patio puerta sencilla Oeste)

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.12 del CTE.

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

$R/W = 0.24\text{m} / 0.94\text{m} = 0.25$ y $R/H = 0.24\text{m} / 2.50\text{m} = 0.96$

F_s = Factor de sombra 0.81

g_{\perp} = el factor solar 0.76

FM = 0.318

$U_m = 3.5 \text{ (W/ m}^2\text{K)}.$

$\alpha = 0.2$

$$F = 0.81 \times (1 - 0.376) \times 0.76 + 0.376 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.399$$

F = 0,394 (En espacio no habitable)

La planta baja donde se ubican los garajes/trasteros, entrada portales y sala de caldera se considerará un espacio no habitable (no calefactado). No será necesario aunque si conveniente el cálculo de los factores solares modificados y las trasmisancias térmicas como se ha especificada en el apartado anterior.

NOTA: En una de las fachadas del patio interior oeste existe una carpintería opaca con rotura de puente térmico, con una superficie de $((3.8 \times 1.20) \times 2) = 9.12 \text{ m}^2$, que separa el exterior de un espacio no habitable, como son las escaleras de una zona común no calefactada. No será objeto de cálculo.

1.2.5.7. Factor solar modificado. Huecos horizontales

- **Lucernario**

1 Lucernario patio interior (planta baja)

Fracción de vidrio =

$$A_{\text{vidrio}} = (1.61 \times 1.61 \times 4 \text{ hojas}) = 2.592 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = (1.75 \times 1.75) = 3.06 \text{ m}^2$$

$$(A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.846 \text{ m}^2$$

Fracción de marco FM =

$$1 - (A_{\text{vidrio}} / A_{\text{total}}) = 0.153$$

$$U_h = (1 - 0.153) \times 1.6 + 0.153 \times 3.5 = 1.889 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}$$

Factor solar modificado

F_s = de la tabla E.15 del CTE.

Tabla E.15 Factor de sombra para lucernarios

$$X/Z = 1.75/0.35 = 5 \text{ y } Y/Z = 1.75/0.35 = 5$$

F_s = Factor de sombra 0.75

g_l = el factor solar para lucernario patio 0.45

F_M = 0.478

U_m = 3.5 (W/ m²K).

α = 0.2

$$F = 0.89 \times (1 - 0.153) \times 0.45 + 0.153 \times 0.04 \times 3.5 \times 0.2 = 0.343$$

F = 0.343 (Espacio no habitable)

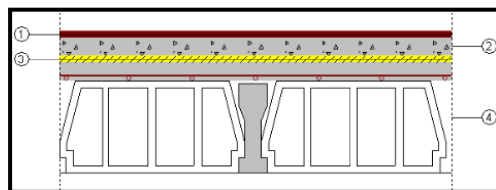
La planta baja donde se ubica el lucernario del patio interior junto con los garajes/trasteros, entrada portales y sala de caldera se considerará un espacio no habitable (no calefactado).

No se incluirán en la consideración anterior las puertas cuyo porcentaje de superficie semitransparente sea inferior al 50 %. Según el CTE documento básico ahorro energético apartado 3.2.1.3.

1.2.6. PARTICIONES INTERIORES

1.2.6.1. Suelos. Forjados entre pisos

- **Forjados entre pisos**
 - Forjado entre espacio no habitables y no habitables. (Zonas comunes, descansillos...etc.(acabado marmoleo)



Listado de capas:

- 1 - Frondosa de peso medio $565 < d < 750$
1.8 cm
 - 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido
 $1800 < d < 2000$ 2 cm
 - 3 - MW Lana mineral $[0.04 \text{ W/[mK]}]$ 2 cm
 - 4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente). 29.2 cm
- Con acabado exterior cara vista para el forjado.

Espesor total: 35. cm

Superficie : 133.02 m².

Limitación de demanda energética U (flujo descendente): 0.453 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.483 W/m²K

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.10-0.17
Frondosa	1.8	0.18	0.1
Mortero	2	0.7	0.0286
Lana mineral	6.2	0.04	1.55
Forjado unidirec	25	1.32	0.189
Rsi			0.10-0.17

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).

(flujo ascendente):

Rse: 0.10. (m²K/W)) Rsi:0.10 (m²K/W)

(flujo descendente):

Rse: 0.17. (m²K/W)) Rsi:0.17 (m²K/W)

(flujo ascendente)- (flujo descendente):

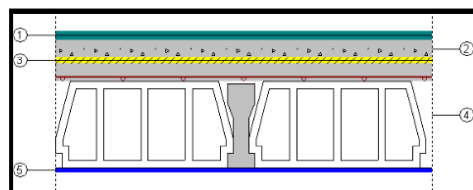
$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.068 - 2.207 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.483 - 0.453 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

- **Forjados entre pisos**
- (Acabado baldosa) y balcones ext. 2º y 3º planta.

Listado de capas:

- 1 - Plaqueta o baldosa cerámica 1.8 cm
- 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000 2 cm
- 3 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] 2 cm
- 4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente) 29.2 cm
- 5 - Enlucido de yeso d < 1000 0.5 cm



Espesor total: 35. cm

Superficie : 274.92 m².

Limitación de demanda energética U (flujo descendente): 0.459 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.487 W/m²K

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.10-0.17
baldosa	1	1	0.01
Mortero	1.5	0.7	0.0214
Lana mineral	6.4	0.04	1.6
Forjado unidirec	25	1.32	0.189
Yeso	1.1	0.4	0.03
Rsi			0.10-0.17

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).

(flujo ascendente):

Rse: 0.10. (m²K/W)) Rsi:0.10 (m²K/W)

(flujo descendente):

Rse: 0.17. (m²K/W)) Rsi:0.17 (m²K/W)

(flujo ascendente)- (flujo descendente):

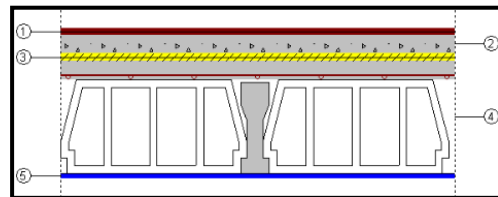
$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.05 - 2.19 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.487 - 0.459 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

- **Forjados entre pisos (parquet)**
- (Acabado parquet). 2º y 3º planta.

Listado de capas:

- 1 - Frondosa de peso medio $565 < d < 750$
1.8 cm
- 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y
para revoco/enlucido
 $1800 < d < 2000$ 2 cm
- 3 - MW Lana mineral $[0.04 \text{ W/[mK]}]$ 2 cm
- 4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente) 29.2 cm
- 5 - Enlucido de yeso $d < 1000$ 0.5 cm



Espesor total: 35. cm

Superficie : 1107.06 m².

Limitación de demanda energética U (flujo descendente): 0.452 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.482 W/m²K

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.10-0.17
frondosa	1.8	0.18	0.1
Mortero	1.5	0.7	0.0214
Lana mineral	6.2	0.04	1.55
Forjado unidirec	25	1.32	0.189
Yeso	0.5	0.4	0.0125
Rsi			0.10-0.17

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).

(flujo ascendente):

Rse: 0.10. (m²K/W)) Rsi:0.10 (m²K/W)

(flujo descendente):

Rse: 0.17. (m²K/W)) Rsi:0.17 (m²K/W)

(flujo ascendente)- (flujo descendente):

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.073 - 2.212 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

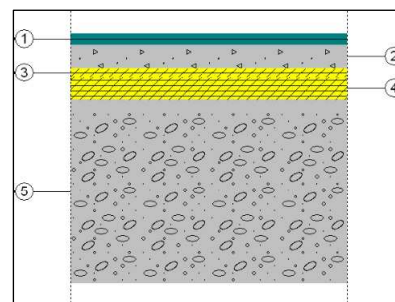
$$U = \frac{1}{R_t} = 0.482 - 0.452 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

- **Solera Suelo garaje: Local no calefactado**

- Suelo garajes/trasteros y portal con zonas comunes (planta baja), apoyado sobre terreno.
- Exento de cálculo en la envolvente del edificio. Espacio no habitable.

Listado de capas:

- 1 - Plaqueta o baldosa cerámica 2.5 cm
 - 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1800 < d < 2000$ 5 cm
 - 3 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] 2 cm
 - 4 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] 5 cm
 - 5 - Hormigón armado $d > 2500$ 28.6 cm
- (Rasante de soleras variables espesor max 43.1cm)



Espesor total: 43.1 cm

Superficie : 804.7 m².

Limitación de demanda energética **Us: 0.27 W/m²K**

(Para una solera apoyada, con longitud característica $B' = 14.2\text{m}$)

.Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.0 m)

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m²K/W) C.Resistencia	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ
Rse			0.17	
Plaqueta cerámica	2.5	1	0.025	30
mortero	5	0.7	0.071	10
Lana mineral	2	0.04	0.5	50
Lana mineral	5	0.04	1.25	50
Hormigón armado	28.6	2.5	0.11	80
Rsi			0.17	

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.296 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

1. Suelos en contacto con el terreno

Para el cálculo de la transmitancia U_s (W/m²K) se consideran en este apartado:

CASO 1 soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste;

La transmitancia térmica U_s (W/ m²K) se obtendrá de la tabla E.3 en función del ancho D de la banda de aislamiento perimétrico, de la resistencia térmica del aislante R_a calculada mediante la expresión (E.3 del CTE) y la longitud característica B' de la solera o losa.

Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2} P}$$

Siendo:

P la longitud del perímetro de la solera [m]; 115.376 m

A el área de la solera [m²]. 819.641 m²

Para una solera apoyada, con longitud característica $B' = 14.2\text{m}$. (Se tomará el valor más próximo que es $B' = 14$)

Solera con banda de aislamiento perimetral, ancho 1.0 m

$$- B' = 14.208$$

$$- R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.296 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

[Valor próximo = 2 (m²K/W)]

$$- D = 1 \text{ m}$$

Resultados obtenidos de la tabla E3.

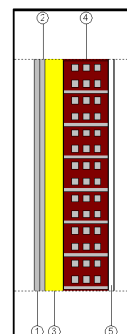
$$U_s = 0.27 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

1.2.6.2. Particiones interiores verticales

- Tabique de separación entre vivienda y descansillo ascensor
- Tabique escaleras y hueco ascensor
- Muro en contacto con espacios no habitables

Listado de capas:

- 1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 2.5 cm
- 2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm
- 3 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4 cm
- 4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm 11.5 cm
- 5 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 0.5 cm



Espesor total: **20 cm**

Superficie : Descansillo, escaleras 70.5 m² .(de las cuales son Escaleras. 56.79 m²).

Limitación de demanda energética **Um: 0.350 W/m²K**

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m ² K/W) C.Resistencia
Rse			0.13
Placa yeso	2.5	0.25	0.1
Placa yeso	1.5	0.25	0.06
Lana mineral	4	0.035	1.142
Ladrillo	11.5	1.32	0.087
Enlucido yeso	0.5	0.512	0.976
Rsi			0.13

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).

(flujo horizontal)

Rse: 0.13. (m²K/W)) Rse:0.13 (m²K/W)

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.625 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.381 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

La transmitancia térmica U, viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p \times b$$

Siendo:

U_p la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada según el apartado E.1.1, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6. [m² K/W];

b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por la tabla E.7 del CTE.

De la tabla de la norma obtenemos el factor b para nuestra situación.

“aislado ue – no Aislado iu” y caso 2, con Aiu/Aue = 1.00 el cual:

$$b = 0.92$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.381 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = U_p \times b = 0.381 \times 0.92 = 0.350 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

• Tabique de separación entre vivienda y vivienda

Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm

2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4.6 cm

3 - Cámara de aire 1 cm

4 - BH convencional espesor 100 mm 6.8 cm

5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4.6 cm

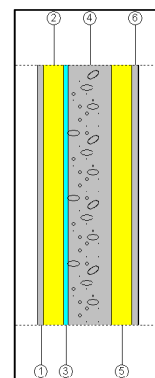
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm

Espesor total: **20 cm**

Superficie : Norte 50.1 m² .Sur 50.1 m² . Este 66.2 m².

Limitación de demanda energética **Um: 0.314 W/m²K**

El espesor de tabique puede variar ligeramente sin que modifique su transmitancia. En las zonas con cámara de aire mayor que la mencionada.



Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.13
Placa yeso	1.5	0.25	0.06
Lana mineral	4.6	0.035	1.314
Cámara aire	1	0.15	0.066
BH convencional	6.8	0.632	0.107
Lana mineral	4.6	0.035	1.314
Enlucido yeso	1.5	0.25	0.06
Rsi			0.13

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).
 (flujo horizontal)

Rse: 0.13. (m²K/W)) Rse:0.13 (m²K/W)

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 3.181 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.314 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

- **Tabiques sencillo separación espacio de vivienda**

Listado de capas:

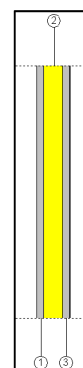
- 1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm
- 2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4 cm
- 3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm

Espesor total: 7cm

(para pequeñas variaciones de espesores de tabique: pasillo 9cm u otras particiones la transmitancia apenas varía y se considerará 0.59(W/m²K))

Superficie : Norte 101.1 m² .Sur 10.1 m² . Este 96.2 m².

Limitación de demanda energética **Um: 0.59 W/m²K**



Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.13
Placa yeso	1.5	0.25	0.06
Lana mineral	4.6	0.035	1.314
Placa yeso	1.5	0.25	0.06
Rsi			0.13

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).

(flujo horizontal)

Rse: 0.13. (m²K/W)) Rse:0.13 (m²K/W)

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 1.694 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.590 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

- Tabiques de separación baños/cocinas**

Listado de capas:

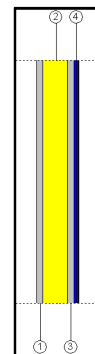
- 1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm
- 2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 8 cm
- 3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm
- 4 - Plaqueta o baldosa cerámica 2 cm

Espesor total: 13 cm

(para pequeñas variaciones de espesores de tabique en cocina/baños la transmitancia apenas varía)

Superficie : Norte 25 m² .Sur 25 m² . Este 15.1 m².

Limitación de demanda energética U: **0.372 W/m²K**



Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m²K/W) C.Resistencia
Rse			0.13
Placa yeso	1.5	0.25	0.06
Lana mineral	8	0.035	2.285
Placa yeso	1.5	0.25	0.06
Baldosa	2	1	0.02
Rsi			0.13

Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en (m²K/W).

(flujo horizontal)

Rse: 0.13. (m²K/W)) Rse:0.13 (m²K/W)

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 2.685 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.372 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

En edificios de viviendas, las particiones interiores que limitan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a 1,2 W/m²K.

- **Puerta de madera**

$$U = \frac{1}{R_t} = 2.2 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

1.2.6.3. Puentes térmicos

Los puentes térmicos (cajas de las persianas, pilares y contornos de los marcos) que superen una superficie de 0,5 m², según CTE-DB-HE1 deben ser objeto de cálculo.

- **Caja de persianas**

En el presente proyecto las cajas de las persianas (para los distintos tamaños de ventanas), ocupan una superficie que en cualquier caso no excede 0.5 m².

Las cajas de persianas están integrados en la fachada, pero al no superar los 0.5 m² no son objeto de cálculo. Las cajas están provistas en su interior de material aislante produciendo rotura de puente térmico.

- **Contorno de los marcos**

El contorno de los marcos es inferior a los 0,5 m² como se ve a continuación:
 A partir de 0.495 m² > 0.5 m²

Superficie del contorno de marco más desfavorable = ((2.00 × 0,055) × 2) + ((2.50 × 0,055) × 2) = 0,495 m² < 0.5 m².

Otro tipo ((1.20 × 0,055) × 2) + ((1.50 × 0,055) × 2) = 0,297 m² < 0.5 m².

Por lo que este punto tan térmicamente delicado del edificio queda exento de cálculo. El contorno de marcos contiene su propia rotura de puente térmico, en el interior del elemento. No es objeto del Cálculo del proyecto.

Los contornos de los marcos de la puerta de acceso a garaje, situada en un espacio no habitable, (no calefactado), no son objeto de cálculo.

- **Pilares**

Los pilares que forman parte de la fachada tienen una superficie de 0.85 m² superior 0,5 m²,

Listado de capas:

- 1 - Mortero enlucido o ladrillo fino cara vista (según la zona de fachada) 1.5 cm
- 2 – Pilar hormigón armado 25 cm
- 3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2
[0.034 W/[mK]] 1 cm
- 4 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 2 cm
- 5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 0.5 cm

Espesor total: 30 cm

Superficie : Norte 20.4 m² .Sur 20.4 m² . Este 10..2 m².

Limitación de demanda energética **Um: 0.661 W/m²K**

Material capas	Espesor (cm)	λ (W/mK) C.Conductividad	R (m ² K/W) C.Resistencia	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ
Rse			0.04	
Mortero enlucido	1.5	0.7	0,021	10
Pilar hormigón armado	25	0,567	0,441	80
Expandido CO2	1	0,034	0.29	100
Lana mineral	2	0,035	0.571	50
Yeso laminado	0.5	0,25	0,02	4
Rsi			0.13	

Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en (m²K/W).

Rse: 0.04. (m²K/W)) Rsi:0.13 (m²K/W)

$$R_t = \frac{e}{\lambda} = 1.513 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$U = \frac{1}{R_t} = 0.661 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

- Otros puentes térmicos

Puentes térmicos lineales

Transmitancia lineal: ψ (W/mK)	FRsi Factor de temperatura de la superficie interior
Fachada en esquina vertical saliente..... 0.08	0.84
Fachada en esquina vertical entrante..... 0.08	0.91
Forjado en esquina horizontal saliente.....0.39	0.72
Unión de solera con pared exterior..... 0.14	0.75
Forjado entre pisos0.41	0.76
Forjado en esquina horizontal entrante.....0.35	0.65

1.2.7. COMPROBACIÓN DE LA CONFORMIDAD EN LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

1.2.7.1. Comprobación del cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos de la envolvente térmica

La permeabilidad de las carpinterías de los huecos, medida con una sobre presión de 100 Pa, tiene un valor inferior a 27 m³/h m², como indica el CTE-DB HE1 en el apartado 2.3, correspondiente a la zona climática D.

Se considerarán válidos los huecos y lucernarios clasificados según la norma UNE EN 12 207:2000 y ensayados según la norma UNE EN 1 026:2000 para la zona climática D: huecos y lucernarios de clase 2, clase 3, clase 4.

1.2.7.2. Comprobación de las transmitancias térmicas de los cerramientos y particiones interiores que conforman la envolvente térmica es inferior al valor máximo

En los datos de partida de este documento de cálculos se encuentran los valores límite de los cerramientos. En el siguiente cuadro se comparan los valores límites con los de la vivienda:

Cerramientos y particiones interiores	Componentes	Parámetros característicos (W/m²K)	Parámetros característicos medios (W/m²K)	Comprobación con los valores límites (W/m²K)
Cubiertas	C ₁	En contacto con el aire	U_{C1} Cubierta terraza ático 0.2613 Cubierta superior 0.3623	$U_{qm} = \frac{\sum A_c \cdot U_c + \sum A_{pc} \cdot U_{pc} + \sum A_L \cdot U_L}{\sum A_c + \sum A_{pc} + \sum A_L}$ 0.33 0.33 < 0.38
	C ₂	En contacto con un espacio no habitable	U_{C2} -	
	P _c	Puente térmico (Contorno de lucernario > 0,5 m²)	U_{PC} -	
	L	Lucernario (Patio interior planta baja no habitable)	U_L -	
			F_L -	$F_{Lm} = \frac{\sum A_F \cdot F_L}{\sum A_F}$ (- < 0.36)
Fachadas	M ₁	Muro en contacto con el aire (Según composición y acabado de la fachada)	U_{M1} Acabado 1 0.3158 Acabado 2 0.316 Acabado 3 0.387	$U_{fm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{pf} \cdot U_{pf}}{\sum A_M + \sum A_{pf}}$ 0.42 0.42 < 0.66
	M ₂	Muro en contacto con espacios no habitables	U_{M2} 0.350	
	P _{F1}	Puente térmico (contorno de hueco > 0,5 m²)	U_{PF1} -	
	P _{F2}	Puente térmico (pilares en fachada > 0,5 m²)	U_{PF2} 0.661	
	P _{F3}	Puente térmico (cajas de persiana > 0,5 m²)	U_{PF3} -	

	H	Huecos	U _H	$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$ 2.41	2.41 < 3.5		
			NORTE 2.42				
			SUR 2.42				
			ESTE 2.40				
			OESTE 2.34				
			F _H			$F_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot F_H}{\sum A_H}$ 0.412	0.412 < -
			SUR 0,428				
			ESTE 0,396				
OESTE 0.382							
Suelos	S ₁	Apoyados sobre el terreno	U _{S1} -	$U_{Hm} = \frac{\sum A_s \cdot U_s}{\sum A_s}$ 0.43	0.43 < 0.49		
	S ₂	En contacto con espacios no habitables	U _{S2} 0.42				
	S ₃	En contacto con el aire exterior (Forjado voladizo y balcones)	U _{S3} 0.483				
Cerramiento en contacto con el terreno	T ₁	Muros en contacto con el terreno	U _{T1}	-	- < 0.66		
	T ₂	Cubiertas enterradas	U _{T2}	-			
	T ₃	Suelos a una profundidad mayor de 0.5 m	U _{T3}	-			

La tabla no es exhaustiva en cuanto a los componentes de los cerramientos y particiones interiores.

La ficha justificativa de la opción simplificada completa se encuentra en el documento (MEMORIA).

1.2.8 CONDENSACIONES

1.2.8.1 Condensaciones superficiales

Si la localidad se encuentra a menor altura que la de referencia se tomará para dicha localidad la misma temperatura y humedad que la que corresponde a la capital de provincia.

Nuestra localidad es Peralta y se encuentra a 291msnm (metros sobre el nivel del mar), y la diferencia de altura con respecto a la capital de provincia, Pamplona con 456 msnm (metros sobre el nivel del mar), es inferior a 200m. Así que la misma temperatura y humedad que la que corresponde a la capital de provincia, que es Pamplona.

Condiciones exteriores para el cálculo de condensaciones:

- Temperatura exterior (mínima): 4,5°C (enero).
- Humedad exterior: 80%.

Condiciones interiores para el cálculo de condensaciones:

- Temperatura interior: 20°C
- Humedad relativa interior: 55%.

La comprobación de las condensaciones se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie inferior (fR_{si}) y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo ($fR_{si,min}$) de cada cerramiento, partición interior o puente térmico.

$fR_{si,min}$ Se obtiene en la tabla 3.2. Del CTE.

Para la zona climática en la que nos situamos, zona D1:

$$fR_{si,min} = 0,61$$

fR_{si} se obtiene de la siguiente forma:

$$fR_{si} = 1 - U \times 0,25$$

Siendo U la transmitancia térmica de cada cerramiento, partición interior o puente térmico ($W / m^2 K$). calculada por el procedimiento descrito en el apartado E.1

Debe cumplir: $fR_{si} > fR_{si,min}$

El cumplimiento de los valores de transmitancia máxima de la tabla 2.1 aseguran, para los cerramientos y particiones interiores de los espacios de clase de higrometría 4 o inferior, la verificación de la condición anterior. No obstante, debe comprobarse en los puentes térmicos.

Estarán exentas de la comprobación aquellas particiones interiores que linden con espacios no habitables donde se prevea escasa producción de vapor de agua, así como los cerramientos y suelos en contacto con el terreno.

1.2.8.2. Condensaciones intersticiales

Para comprobar que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe verificar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

Para cada cerramiento objeto se calculará:

- la distribución de temperaturas;
- la distribución de presiones de vapor de saturación para las temperaturas antes calculadas;
- la distribución de presiones de vapor.

Estarán exentos de la comprobación aquellos cerramientos en contacto con el terreno y los cerramientos que dispongan de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento. Para particiones interiores en contacto con espacios no habitables en los que se prevea gran producción de humedad, se colocará la barrera de vapor en el lado de dicho espacio no habitable.

- **la distribución de temperaturas;**

- cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se}

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pamplona	T_{med}	4,5	6,5	8,0	9,9	13,3	17,3	20,5	20,3	18,2	13,7	8,3	5,7
	HR_{med}	80	73	68	66	66	62	58	61	61	68	76	79

La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias capas depende de las temperaturas del aire a ambos lados de la misma, así como de las resistencias térmicas superficiales interior R_{si} y exterior R_{se} , y de las resistencias térmicas de cada capa ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$).

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio correspondiente a la temperatura media del mes de enero 4.5 [°C];

θ_i la temperatura interior. 20 [°C];

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo. [m² K/ W];

R_{se} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W].

- cálculo de la temperatura en cada una de las capas que componen el elemento constructivo

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

...

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

θ_{se} la temperatura superficial exterior [°C];

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio correspondiente a la temperatura media del mes de enero 4.5 [°C];

θ_i la temperatura interior 20 [°C];

$\theta_1... \theta_{n-1}$ la temperatura en cada capa [°C].

$R_1, R_2...R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [m² K/W];

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo [m² K/ W]

- cálculo de la temperatura superficial interior θ_{si} :

$$\theta_{si} = \theta_n + \frac{R_{si}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio correspondiente a la temperatura media del mes de enero 4.5 [°C];

θ_i la temperatura interior 20 [°C];

θ_n la temperatura en la capa n [°C];

R_{si} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W].

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo calculada mediante la expresión (E.2) [m² K/ W];

Se considera que la distribución de temperaturas en cada capa es lineal.

- **Distribución de la presión de vapor de saturación**

Se determinará la distribución de la presión de vapor de saturación a lo largo de un muro formado por varias capas, a partir de la distribución de temperaturas obtenida anteriormente.

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

P_i la presión de vapor del aire interior [Pa];

P_e la presión de vapor del aire exterior [Pa];

P₁ ...P_{n-1} la presión de vapor en cada capa n [Pa];

S_{d1} ...S_{d(n-1)} el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua, calculado mediante la siguiente expresión [m];

$$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$$

μ_n es el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, calculado a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456: 2001 o tomado de Documentos Reconocidos;

e_n es el espesor de la capa n [m].

Para el cálculo analítico de P_i y de P_e, en función de la temperatura y de la humedad relativa, se utilizará la siguiente expresión:

$$P_i = \phi_i \times P_{sat}(\theta_i)$$

$$P_e = \phi_e \times P_{sat}(\theta_e)$$

φ_i la humedad relativa del ambiente interior [en tanto por 1];

φ_e la humedad relativa del ambiente exterior [en tanto por 1].

En nuestro caso particular

$$P_i = \phi_i \times P_{sat}(\theta_i) = 0.55 \times P_{sat}(\theta_i)$$

$$P_e = \phi_e \times P_{sat}(\theta_e) = 0.80 \times P_{sat}(\theta_e)$$

La presión de vapor de saturación se calculará en función de la temperatura, a partir de las siguientes ecuaciones:

Si la temperatura (θ) es mayor o igual a 0 °C:

$$P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}}$$

- Para una temperatura (θ) de 20°..... **Psat (20) = 2336,95 Pa.**
- Para una temperatura (θ) de 4.5°..... **Psat (4.5) = 841,9 Pa.**

Sustituimos en la ecuación y calculamos las presiones interior y exterior del vapor.
 $P_i = \varphi_i \times P_{sat}(\theta_i) = 0.55 \times P_{sat}(\theta_i) = 0.55 \times \mathbf{Psat (20)} = \mathbf{0.55 \times 2336.95 =}$
 $P_e = \varphi_e \times P_{sat}(\theta_e) = 0.80 \times P_{sat}(\theta_e) = 0.80 \times \mathbf{Psat (4.5)} = \mathbf{0.8 \times 841.9 =}$

$$P_i = \mathbf{0.55 \times 2336.95 = 1285.32 \text{ Pa}}$$

$$P_e = \mathbf{0.8 \times 841.9 = 673.52 \text{ Pa}}$$

Se debe de cumplir que $P_{sat}(\theta) > P_n$.

1.2.8.3 Conformidad condensaciones

Cerramientos, particiones interiores y puentes térmicos									
TIPOS	C.Superficiales		C.Intersticiales						
	$fR_{si} \geq fR_{smin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1 (Pa)	Capa 2 (Pa)	Capa 3 (Pa)	Capa 4 (Pa)	Capa 5 (Pa)	Capa 6 (Pa)
Fachada cara vista 1(ladrillo)	fR _{si}	0.92	$P_{sat,n}$	978.4	997.2	1867.1	2090	2181.2	2215.4
	fR _{s min}	0.61	P_n	706.5	888.37	1185.84	1189.14	1271.27	1285.32
Fachada cara vista 2(cemento)	fR _{si}	0.92	$P_{sat,n}$	970.2	1000.1	1864.1	2091.3	2180.6	2220.8
	fR _{s min}	0.61	P_n	702.2	800.5	1145.56	1180.36	1261.2	1285.32
Fachada cara vista 3(median)	fR _{si}	0.90	$P_{sat,n}$	968.4	997.2	1867.9	2088	2181.2	2220.3
	fR _{s min}	0.61	P_n	696.5	880.37	1175.84	1189.11	1271.22	1285.32
Fachada cara vista 4(p.baja)	fR _{si}	0.90	$P_{sat,n}$	968.3	997.8	1877.1	2088.2	2184.9	2216.3
	fR _{s min}	0.61	P_n	706.5	898.7	1185.45	1189.14	1271.62	1285.32
Azotea transitable ático	fR _{si}	0.93	$P_{sat,n}$	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2 CTE DB HE 1)					
	fR _{s min}	0.61	P_n						
cubierta	fR _{si}	0.93	$P_{sat,n}$	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2 CTE DB HE 1)					
	fR _{s min}	0.61	P_n						
Solera. Suelo garaje	fR _{si}	0.93	$P_{sat,n}$	1000.2	1868.1	2098	2187.2	2216	
	fR _{s min}	0.61	P_n	888.37	1185.84	1189.14	1271.27	1285.32	
Forjado voladizo	fR _{si}	0.88	$P_{sat,n}$	1866.3	2090.5	2180.2	2215.7		
	fR _{s min}	0.61	P_n	1185.8	1199.74	1277.77	1285.32		
Punte térmico pilares	fR _{si}	0.83	$P_{sat,n}$	999.2	1867.1	2099.1	2181.7	2201.1	
	fR _{s min}	0.61	P_n	866.37	1175.83	1188.88	1271	1285.32	
Punte térmico en esquina saliente de	fR _{si}	0.84	$P_{sat,n}$						
	fR _{s min}	0.61	P_n						

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

cerramiento									
Puente térmico en esquina entrante de cerramiento	fRsi	0.91	Psat,n						
	fRs min	0.61	Pn						
Puente térmico entre cerramiento y cubierta	fRsi	0.72	Psat,n						
	fRs min	0.61	Pn						
Puente térmico entre cerramiento y solera	fRsi	0.75	Psat,n						
	fRs min	0.61	Pn						
Puente térmico entre cerramiento y forjado	fRsi	0.76	Psat,n						
	fRs min	0.61	Pn						
Puente térmico entre cerramiento y voladizo	fRsi	0.65	Psat,n						
	fRs min	0.61	Pn						

2. INSTALACION DE CALEFACCION EN EDIFICIO

2.1. CONDICIONES DE DISEÑO.

Para realizar la evaluación del calor que tiene que ser proporcionado por la caldera y el conjunto de la instalación de calefacción a toda la vivienda, habrá que establecer en primer lugar las condiciones ambientales tanto exteriores, como las condiciones optimas que se pretenden obtener en el interior de las viviendas.

- **Zona climática:**

El edificio corresponde a la zona D1 (CTE-HE Apéndice D, Zona climática, Pamplona/Iruña).

- Altitud sobre el nivel del mar 456 m.
- Percentil para invierno 97,5 %
- Velocidad del viento 5,7 m/s

- **Temperaturas:**

- Temperatura exterior -5 °C
- Temperatura interior 21 °C. Aunque se utilizará 20 °C para los cálculos
- Temperatura de locales no calefactados rodeados de otros que lo están 8 °C
- Locales vecinos con calefacción propia 10 °C
- Separación con el terreno 7 °C
- Temperatura de entrada de agua fría 10 °C
- Temperatura máxima del agua 80 °C

2.2. DEMANDA CALORIFICA DEL EDIFICIO.

Si se quiere calefactar un edificio de viviendas se necesita conocer las pérdidas caloríficas que se producen en cada habitáculo de cada vivienda para que se puedan elegir los adecuados equipos emisores que calienten dicho habitáculo, así como el adecuado sistema generador de calor que abastezca la instalación.

Estas pérdidas de calor son debidas principalmente a la transmisión de calor a través de los recintos verticales y horizontales, así como a la infiltración de aire debida a las rendijas de algún cerramiento particular, así como por las renovaciones de aire.

Por ultimo, habrá que aplicar un factor de corrección debido a características propias como; orientación e intermitencia.

De esta manera, se tiene que, la cantidad de calor que es necesario suministrar a un habitáculo en particular para mantener la temperatura objeto constante viene dada por la siguiente formula.

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Donde:

Q₀ = Demanda calorífica total, en kW.

Q_T = Perdidas de calor por transmisión, en kW.

Q_R = Perdidas de calor por infiltración o renovación, en kW.

Q_S = Perdidas de calor por suplementos por orientación, en kW.

2.2.1. CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION

Las perdidas de calor por transmisión, son las debidas a la diferencia de temperatura existente entre el local calefactado objeto del calculo y el exterior, o bien entre el local calefactado y otro no calefactado.

Las perdidas por transmisión dependen de la calidad del cerramiento (dada por el coeficiente U de transmisión), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperatura o salto térmico entre el exterior y el interior.

Estos parámetros se relacionan por medio de la siguiente expresión, ecuación para las pérdidas caloríficas por conducción:

$$Q_T = \Sigma [U \times S \times (T_i - T_e)]$$

Donde:

Q_T = Perdidas de calor por transmisión, en kW.

U = Coeficiente de transmisión térmica (en W/m² K) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.

S = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos.(m²).

T_i = Temperatura interior del local, en °C.

Te = Temperatura exterior, en °C.

En los cálculos posteriores habrán de tenerse en cuenta las características geométricas de cada uno de los habitáculos a estudiar, así como todos los elementos constructivos que superan este con el exterior o locales no calefactados.

2.2.2. CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).

Las pérdidas por renovación, (También calculadas como ventilaciones), constituyen la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del aire procedente del exterior, de tal forma que este alcance la temperatura del habitáculo.

Estas pérdidas son producidas principalmente por las infiltraciones de aire a través de puertas y ventanas. Su valor viene determinado por la siguiente expresión:

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

Donde:

QR = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en kW.

V = Volumen del habitáculo, en m³. Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

Ce = Calor específico del aire, 0.24 Kcal / Kg °C ≈ 1 KJ / kg °C.

Pe = Peso específico de aire seco, 1.24 Kg / m³.

N = N° de renovaciones de aire por hora. Su valor se detallará a continuación.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en °C.

En la tabla adjunta están los datos de renovación /hora paraca cada tipo de recinto, ya que, es la medida en la que se suele tomar. Para hacer los cálculos se han pasado estas unidades a renovaciones/sg. El caudal de ventilación se corresponde con las exigencias de la norma UNE 100.011.

TIPO DE HABITÁCULO	RENOVACIONES / HORA
Dormitorios	1
Baños	2.5
Cocinas	2.2
Salón – Comedor	1.5
Salón	1
restantes	1

2.2.3. CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS

2.2.3.1. Suplemento por orientación.

Según las diferentes orientaciones del edificio, se han previsto los siguientes suplementos para el cálculo de perdidas totales de calor:

SUPLEMENTO POR ORIENTACIÓN	CUANTIA DEL SUPLEMENTO %
Norte	20
Sur	0
Este	15
Oeste	10
Sureste	10
Suroeste	7.5
Noreste	17.5
Noroeste	15

2.2.3.2. Suplemento por intermitencia de funcionamiento.

Para estas viviendas, se ha previsto un suplemento de potencia global de la instalación por intermitencia de funcionamiento del 15%.

Estos suplementos serán implementados en los cálculos sobre el cómputo global de pérdidas caloríficas.

2.3. NECESIDADES CALORIFICAS DE LAS VIVIENDAS

- PRIMERA PLANTA.

La distribución de las viviendas A y D es la misma, siendo la fachada A.(Norte) y D.(Sur).

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) A / D	Distribución	Altura (m)	Superficie Útil (m²)	Total Superficie (m²)
	Cocina	2.50	10.44 / 11.47	
	Dormitorio 1	2.50	13.83 / 14.91	
	Dormitorio 2	2.50	14.53 / 14.40	
	Dormitorio 3	2.50	11.39 / 11.44	
	Baño 1	2.50	4.95	
	Baño 2	2.50	3.21 / 3.00	
	Salón-comedor	2.50	22.39 / 23.43	
	Pasillo	2.50	6.37	
	Hall	2.50	4.59	
	Total (m²)		91.34 / 94.56	91.34 / 94.56

- CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION

Se considera que las pérdidas por transmisión y renovación en las viviendas A y D son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las pérdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas como se calcula a continuación.

$$QT = \Sigma [U \times S \times (Ti - Te)]$$

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Cocina	Muro ext. Norte	2.58	0.3158	25	10.37
	Ventana	1.793	2.506	25	112.331
	Suelo	10.44	0.43	12	53.87
	Pared int.	16.62	0.314	10	52.186
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.96
	Techo	10.44	0.482	10	50.32
	Pilar ext.	0.85	0.661	25	14.046
					298.08
Dormitorio 1	Muro ext. Oeste	11	0.387	25	106.42
	Muro ext. Norte	5.58	0.3158	25	44.05
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	13.83	0.42	12	69.70
	Techo	13.83	0.482	10	66.66
	Pilar	1.7	0.661	25	28.09
					427.25
Dormitorio 2	Muro ext. Oeste	12.5	0.387	25	120.94
	Pared int.	6.25	0.314	10	19.625
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Muro patio Este	2.28	0.3158	25	18
	Suelo	14.53	0.42	12	73.23
	Techo	14.53	0.482	10	70.03
	Pilar	0.85	0.661	25	14.049
					428.19
Dormitorio 3	Muro int. escalera	4.35	0.35	25	38.06
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Muro ext Sur	2.457	0.3158	25	19.39
	Suelo	11.39	0.42	12	57.40
	Techo	11.39	0.482	10	54.9
					282.08

Baño 1	Muro ext. patio	2.665	0.3158	25	21.04
	Ventana	0.96	2.571	25	61.70
	Suelo	4.95	0.43	12	25.54
	Techo	4.95	0.482	10	23.86
	Pilar	0.85	0.661	25	14.05
					146.19
Baño 2	Muro ext. Oeste	5.9	0.316	25	46.61
	Suelo	3.21	0.43	12	16.56
	Techo	3.21	0.482	10	15.47
	Pilar	0.85	0.661	25	14.05
					92.68
Salón-comedor	Muro ext. Norte	13.6	0.316	25	107.44
	Ventana	2.3943	2.405	25	143.96
	Suelo	22.39	0.43	12	115.53
	Techo	22.39	0.482	10	107.92
					474.85
Hall y Pasillo	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.957
	Pared int	6.25	0.314	10	19.625
	Suelo Hall	4.59	0.42	12	23.13
	Techo Hall	4.59	0.482	10	21.12
	Suelo Pasillo	6.37	0.42	12	32.10
	Techo Pasillo	6.37	0.482	10	30.71
					206.56
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)					2355.88

- CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).
- Calculo volumen :

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) A / D	Distribución	Altura	Superficie Útil m ²	Volumen m ³
	Cocina	2.50	10.44 / 11.47	26.1
	Dormitorio 1	2.50	13.83 / 14.91	34.57
	Dormitorio 2	2.50	14.53 / 14.40	36.32
	Dormitorio 3	2.50	11.39 / 11.44	28.457
	Baño 1	2.50	4.95	12.375
	Baño 2	2.50	3.21 / 3.00	8.025
	Salón-comedor	2.50	22.39 / 23.43	55.975
	Pasillo	2.50	6.37	15.925
	Hall	2.50	4.59	11.475
Total			91.34 / 94.56	229.22

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

PRIMERA PLANTA					
Volumen (m ³)	C _e (KJ/kg °C)	P _e (Kg / m ³)	N (Nº de renovaciones de aire por hora)	ΔT (°C)	Q _R (W)
26.1	1	1.24	2.2	25	494.45
34.57	1	1.24	1	25	297.68
36.32	1	1.24	1	25	312.75
28.457	1	1.24	1	25	245.04
12.375	1	1.24	2.5	25	266.41
8.025	1	1.24	2.5	25	172.76
55.975	1	1.24	1.5	25	723.01
15.925	1	1.24	1	10	54.85
11.475	1	1.24	1	10	39.52
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES)					2606.47

Nota: Nº de renovaciones de aire por hora las pasaremos a renovaciones por segundo en el momento del cálculo para obtener el resultado en (kW). En la tabla se traslada a vatios (W).

- **CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS**

La distribución de las viviendas A y D es la misma, siendo la fachada A.(Norte) y D.(Sur).

PRIMERA PLANTA .A					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Cocina	Norte	20	15	35	277.38
Dormitorio 1	Noroeste	15	15	30	217.47
Dormitorio 2	Este	15	15	30	222.28
Dormitorio 3	Sur	0	15	15	79.068
Baño 1	Sur	0	15	15	61.89
Baño 2	Oeste	10	15	25	66.36
Salón-comedor	Norte	20	15	35	419.25
Pasillo	-	-	15	15	59.05
Hall					
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1402.76

PRIMERA PLANTA .D					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Cocina	Sur	0	15	15	118.88
Dormitorio 1	Suroeste	7.5	15	22.5	163.11
Dormitorio 2	Este	15	15	30	222.28
Dormitorio 3	Norte	20	15	35	184.49
Baño 1	Norte	20	15	35	144.41
Baño 2	Oeste	10	15	25	66.36
Salón-comedor	Sur	0	15	15	179.67
Pasillo	-	-	15	15	59.05
Hall					
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1138.26

- DEMANDA CALORIFICA TOTAL

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución A	Q_T (w)	Q_R (w)	Q_S (w)	Q_0 (w)
Cocina	298.08	494.45	277.38	1069.91
Dormitorio 1	427.25	297.68	217.47	942.40
Dormitorio 2	428.19	312.75	222.28	963.22
Dormitorio 3	282.08	245.04	79.068	606,18
Baño 1	146.19	266.41	61.89	474.49
Baño 2	92.68	172.76	66.36	331.80
Salón-comedor	474.85	723.01	419.25	1617.11
Pasillo	206.56	54.85	59.05	359.98
Hall		39.52		
TOTAL - A	2355.88	2606.47	1402.76	6365.11 w

Distribución D	Q_T (w)	Q_R (w)	Q_S (w)	Q_0 (w)
Cocina	298.08	494.45	118.88	911.41
Dormitorio 1	427.25	297.68	163.11	888.04
Dormitorio 2	428.19	312.75	222.28	963.22
Dormitorio 3	282.08	245.04	184.49	711.61
Baño 1	146.19	266.41	144.41	557.01
Baño 2	92.68	172.76	66.36	331.80
Salón-comedor	474.85	723.01	179.67	1377.53
Pasillo	206.56	54.85	59.05	359.98
Hall		39.52		
TOTAL - D	2355.88	2606.47	1138.26	6100.61 w

- La distribución de las viviendas B y C es la misma, siendo la fachada B.(Norte) y C.(Sur).

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) B / C	Distribución	Altura (m)	Superficie Útil (m²)	Total Superficie (m²)
	Cocina	2.50	10.42 / 11.25	
	Dormitorio 1	2.50	13.98 / 14.89	
	Dormitorio 2	2.50	11.83 / 11.43	
	Dormitorio 3	2.50	13.68 / 13.82	
	Baño 1	2.50	4.6 / 4.44	
	Baño 2	2.50	3.32	
	Salón-comedor	2.50	21.61 / 22.23	
	Pasillo	2.50	5.34 / 5.49	
	Hall	2.50	3.24 / 4.00	
Total (m²)			88.02 / 90.87	88.02 / 90.87

• CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION

Se considera que las pérdidas por transmisión y renovación en las viviendas B y C son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las pérdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas como se calcula a continuación.

$$QT = \Sigma [U \times S \times (Ti - Te)]$$

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Cocina	Muro ext. Norte	2.58	0.3158	25	10.37
	Ventana	1.793	2.506	25	112.331
	Suelo	10.42	0.43	12	53.77
	Pared int.	16.62	0.314	10	52.186
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.96
	Techo	10.42	0.482	10	50.22
	Pilar ext.	0.85	0.661	25	14.046
					297.88

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Dormitorio 1	Pared int.	9.95	0.314	10	31.24
	Muro ext. Norte	5.58	0.3158	25	44.05
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	13.98	0.42	12	70.46
	Techo	13.98	0.482	10	67.38
	Pilar	1.7	0.661	25	28.09
	353.55				
Dormitorio 2	Pared int.	8.8	0.314	10	27.63
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Muro patio Sur	5.81	0.3158	25	45.87
	Suelo	11.83	0.42	12	59.62
	Techo	11.83	0.482	10	57.02
	Pilar	0.85	0.661	25	14.049
	316.52				
Dormitorio 3	Muro int. descanso	9.47	0.35	12	39.8
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Muro ext Este	2.457	0.3158	25	19.4
	Pared int	8.55	0.314	10	26.85
	Suelo	13.68	0.42	12	68.95
	Techo	13.68	0.482	10	65.94
	333.26				
Baño 1	Muro int descanso	0.7	0.35	12	2.94
	Suelo	4.6	0.43	12	23.74
	Techo	4.6	0.482	10	22.17
	48.85				
Baño 2	Pared int.	5.55	0.314	10	17.43
	Suelo	3.32	0.43	12	17.13
	Techo	3.32	0.482	10	16.02

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

					50.56
Salón-comedor	Muro ext. Norte	13.6	0.316	25	107.44
	Ventana	2.3943	2.405	25	143.96
	Suelo	21.61	0.43	12	111.51
	Techo	21.61	0.482	10	104.16
					467.07
Hall y Pasillo	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.957
	Pared int	6.25	0.314	10	19.625
	Suelo Hall	3.98	0.42	12	20.06
	Techo Hall	3.98	0.482	10	19.18
	Suelo Pasillo	5.34	0.42	12	26.91
	Techo Pasillo	5.34	0.482	10	25.74
					191.39
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)					2059.08

- CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).

- Calculo volumen :

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) B / C	Distribución	Altura	Superficie Útil m ²	Volumen m ³
	Cocina	2.50	10.42 / 11.25	26.05
	Dormitorio 1	2.50	13.98 / 14.89	34.95
	Dormitorio 2	2.50	11.83 / 11.43	29.57
	Dormitorio 3	2.50	13.68 / 13.82	34.2
	Baño 1	2.50	4.6 / 4.44	11.5
	Baño 2	2.50	3.32	8.3
	Salón-comedor	2.50	21.61 / 22.23	54.02
	Pasillo	2.50	5.34 / 5.49	13.35
	Hall	2.50	3.24 / 4.00	8.1
Total			88.02 / 90.87	220.05

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

PRIMERA PLANTA					
Volumen (m ³)	C _e (KJ/kg °C)	P _e (Kg / m ³)	N (Nº de renovaciones de aire por hora)	ΔT (°C)	Q _R (W)
26.05	1	1.24	2.2	25	493,50
34.95	1	1.24	1	25	300,95
29.575	1	1.24	1	25	254,67
34.2	1	1.24	1	25	294,5
11.5	1	1.24	2.5	12	118,83
8.3	1	1.24	2.5	10	71,47
54.025	1	1.24	1.5	25	697,82
13.35	1	1.24	1	10	45,98
8.1	1	1.24	1	10	27,9
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES)					2305.64

Nota: Nº de renovaciones de aire por hora las pasaremos a renovaciones por segundo en el momento del cálculo para obtener el resultado en (kW). En la tabla se traslada a vatios (W).

- **CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS**

La distribución de las viviendas B y C es la misma, siendo la fachada B.(Norte) y C.(Sur).

PRIMERA PLANTA .B					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Cocina	Norte	20	15	35	276.98
Dormitorio 1	Norte	20	15	35	229.07
Dormitorio 2	Sur	0	15	15	85.68
Dormitorio 3	Este	15	15	30	188.33
Baño 1	-	-	15	15	25.15
Baño 2	-	-	15	15	18.30
Salón-comedor	Norte	20	15	35	407.71
Pasillo	-	-	15	15	39.79
Hall					
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1271.01

PRIMERA PLANTA .C					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Cocina	Sur	0	15	15	118.71
Dormitorio 1	Sur	0	15	15	98.18
Dormitorio 2	Norte	20	15	35	199.91
Dormitorio 3	Este	15	15	30	188.33
Baño 1	-	-	15	15	25.15
Baño 2	-	-	15	15	18.30
Salón-comedor	Sur	0	15	15	174.73
Pasillo	-	-	15	15	39.79
Hall					
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					863,1

- DEMANDA CALORIFICA TOTAL

Se considera que las pérdidas por transmisión y renovación en las viviendas B y C son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las pérdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas. La diferencia superficial entre la vivienda A, D (viviendas más desfavorables respecto de B,C) y B, C es $\leq 3 \text{ m}^2$, consideramos los valores iguales tales como se muestra a continuación.

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución B	Q_T (w)	Q_R (w)	Q_S (w)	Q_0 (w)
Cocina	297.88	493.50	276.98	1068.36
Dormitorio 1	353.55	300.95	229.07	883.57
Dormitorio 2	316.52	254.67	85.68	656.87
Dormitorio 3	333.26	294.5	188.33	816.09
Baño 1	48.85	118.83	25.15	192.83
Baño 2	50.56	71.472	18.30	140.33
Salón-comedor	467.07	697.82	407.71	1572.60
Pasillo	191.39	45.98	39.79	305.06
Hall		27.9		
TOTAL - B	2059.08	2305.64	1271.01	5635.66

Distribución C	Q_T (w)	Q_R (w)	Q_S (w)	Q_0 (w)
Cocina	297.88	493.50	118.71	910.09
Dormitorio 1	353.55	300.95	98.18	752.68
Dormitorio 2	316.52	254.67	199.91	771.1
Dormitorio 3	333.26	294.5	188.33	816.09
Baño 1	48.85	118.83	25.15	192.83
Baño 2	50.56	71.47	18.30	140.33
Salón-comedor	467.07	697.82	174.73	1339.62
Pasillo	191.39	45.98	39.79	305.06
Hall		27.9		
TOTAL - C	2059.08	2305.64	863.1	5227.75

La distribución de las viviendas E y H es la misma, siendo la fachada E.(Norte) y H.(Sur).

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) E / H	Distribución	Altura m	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Salón - Cocina	2.50	28.11 / 27.07	
	Dormitorio 1	2.50	11.84 / 12.60	
	Dormitorio 2	2.50	11.00	
	Baño 1	2.50	4.16	
	Hall	2.50	5.70	
Total m ²			60.81 / 60.53	60.81 / 60.53

- CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION

Se considera que las perdidas por transmisión y renovación en las viviendas E y H son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las pérdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas como se calcula a continuación.

$$QT = \Sigma [U \times S \times (Ti - Te)]$$

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Dormitorio 1	Muro ext. Norte	4.21	0.3158	25	33.24
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	11.84	0.42	12	59.67
	Techo	11.84	0.482	10	57.07
	Pared int.	11.75	0.314	10	36.895
	Pilar int	0.7	0.661	10	4.627
	Pilar ext.	0.7	0.661	25	28.09
					331.82

Dormitorio 2	Muro int. Patio Sur	5.7	0.3158	25	45.0
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Pared int.	8.9	0.314	10	27.946
	Suelo	11	0.42	12	55.44
	Techo	11	0.482	10	53.02
					293.74
Baño 1	Pared int.	2.65	0.314	25	20.80
	Suelo	4.16	0.43	12	21.46
	Techo	4.16	0.482	10	20.05
	Pilar int.	0.85	0.661	10	5.62
					67.93
Salón- Cocina	Muro ext. Norte	13.6	0.316	25	107.44
	Ventana	2.3943	2.405	25	143.96
	Pared int.	15.9	0.314	10	49.926
	Suelo	28.11	0.43	12	145.05
	Techo	28.11	0.482	10	135.49
					581.86
Hall	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.925
	Suelo Hall	5.7	0.42	12	28.728
	Techo Hall	5.7	0.482	10	27.47
	pared int.	3	0.314	10	9.42
					140.54
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)					1415.89

- CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).

- Calculo volumen :

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) E / H	Distribución	Altura m	Superficie Útil m ²	Volumen m ³
	Salón - Cocina	2.50	28.11 / 27.07	70.275
	Dormitorio 1	2.50	11.84 / 12.60	29.6
	Dormitorio 2	2.50	11.00	27.5
	Baño 1	2.50	4.16	10.4
	Hall	2.50	5.70	14.25
Total			60.81 / 60.53	152.02

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

PRIMERA PLANTA					
Volumen (m ³)	C _e (KJ/kg °C)	P _e (Kg / m ³)	N (Nº de renovaciones de aire por hora)	ΔT (°C)	Q _R (W)
70.275	1	1.24	2.2	25	1331.32
29.6	1	1.24	1	25	254.88
27.5	1	1.24	1	25	236.81
10.4	1	1.24	2.5	10	89.55
14.25	1	1.24	1	12	59.93
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES)					1972.49

Nota: N° de renovaciones de aire por hora las pasaremos a renovaciones por segundo en el momento del cálculo para obtener el resultado en (kW). En la tabla se traslada a vatios (W).

- CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS

La distribución de las viviendas E y H es la misma, siendo la fachada E.(Norte) y H.(Sur).

PRIMERA PLANTA .E					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Salón - Cocina	Norte	20	15	35	669.61
Dormitorio 1	Norte	20	15	35	205.34
Dormitorio 2	Sur	0	15	15	79.58
Baño 1	-	-	15	15	23.62
Hall	-	-	15	15	30.07
TOTAL: CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1008.23

PRIMERA PLANTA .H					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Salón - Cocina	Sur	0	15	15	286.99
Dormitorio 1	Sur	0	15	15	88.00
Dormitorio 2	Norte	20	15	35	185.69
Baño 1	-	-	15	15	23.62
Hall	-	-	15	15	30.07
TOTAL: CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					614.36

- DEMANDA CALORIFICA TOTAL

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución E	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Salón - Cocina	581.86	1331.32	669.61	2582.79
Dormitorio 1	331.82	254.88	205.34	792.04
Dormitorio 2	293.74	236.81	79.58	610.13
Baño 1	67.93	89.55	23.62	181.10
Hall	140.54	59.93	30.07	230.54
TOTAL - E	1415.89	1972.49	1008.23	4396.61 w

Distribución H	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Salón - Cocina	581.86	1331.32	286.99	2200.17
Dormitorio 1	331.82	254.88	88.00	674.70
Dormitorio 2	293.74	236.81	185.69	716.24
Baño 1	67.93	89.55	23.62	181.10
Hall	140.54	59.93	30.07	230.54
TOTAL - H	1415.89	1972.49	614.36	4002.74 w

La distribución de las viviendas F y G es la misma, siendo la fachada F.(Norte) y G.(Sur).

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) F / G	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Cocina	2.50	12.62 / 12.18	
	Dormitorio 1	2.50	13.92 / 13.62	
	Dormitorio 2	2.50	12.22 / 12.00	
	Dormitorio 3	2.50	10.60 / 10.92	
	Baño 1	2.50	4.58 / 4.58	
	Baño 2	2.50	3.02	
	Salón-comedor	2.50	24.10 / 23.72	
	Pasillo	2.50	6.36	
	Hall	2.50	5.48	
Total m²			92.9 / 91.88	92.9 / 91.88

• CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION

Se considera que las perdidas por transmisión y renovación en las viviendas F y G son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las perdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas como se calcula a continuación.

$$QT = \Sigma [U \times S \times (Ti - Te)]$$

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Cocina	Muro ext. Norte	2.58	0.3158	25	10.37
	Ventana	1.793	2.506	25	112.331
	Suelo	12.62	0.43	12	65.12
	Pared int.	13.95	0.314	10	43.80
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.96
	Techo	12.62	0.482	10	60.83
	Pilar ext.	0.85	0.661	25	14.046
					311.46
Dormitorio 1	Muro ext. Este	6.58	0.316	25	51.98
	Pared int.	8.95	0.314	10	28.20
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	13.92	0.42	12	70.16
	Techo	13.92	0.482	10	67.09
					329.86
Dormitorio 2	Muro ext. Este	4.46	0.3158	25	35.21
	Pared int.	6.25	0.314	10	19.625
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	12.22	0.42	12	61.58
	Techo	12.22	0.482	10	58.9
	Pilar	0.85	0.661	25	14.046
					301.69

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Dormitorio 3	Muro ext. Este	4.46	0.3158	25	35.21
	Pared int.	6.25	0.314	10	19.625
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	10.60	0.42	12	53.424
	Techo	10.60	0.482	10	51.092
	Pilar	0.85	0.661	25	14.046
					285.72
Baño 1	Pared int	4.75	0.314	10	14.915
	Suelo	4.58	0.43	12	23.63
	Techo	4.58	0.482	10	22.07
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.96
					65.57
Baño 2	Pared int	5.32	0.314	10	16.71
	Muro int. descanso	3.45	0.35	12	14.49
	Suelo	3.02	0.43	12	15.58
	Techo	3.02	0.482	10	14.56
					61.34
Salón- comedor	Muro ext. Norte	15.064	0.316	25	119.01
	Muro ext. Este	10.56	0.316	25	83.424
	2 Ventanas Norte	3.586	2.506	25	224.66
	Ventana Este	2.394	2.405	25	143.94
	Suelo	24.10	0.43	12	124.36
	Techo	24.10	0.482	10	116.16
					811.56
Hall y Pasillo	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	6.625	0.35	12	27.825
	Pared int	8.275	0.314	10	25.98
	Suelo Hall	5.48	0.42	12	27.62

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

	Techo Hall	5.48	0.482	10	26.41
	Suelo Pasillo	6.36	0.42	12	32.05
	Techo Pasillo	6.36	0.482	10	30.65
					236.54
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)					2403.71

- CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).
- Calculo volumen :

PRIMERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) F/ G	Distribución	Altura	Superficie Útil m²	Volumen m³
	Cocina	2.50	12.62 / 12.18	31.55
	Dormitorio 1	2.50	13.92 / 13.62	34.8
	Dormitorio 2	2.50	12.22 / 12.00	30.55
	Dormitorio 3	2.50	10.60 / 10.92	26.5
	Baño 1	2.50	4.58 / 4.58	11.45
	Baño 2	2.50	3.02	7.55
	Salón-comedor	2.50	24.10 / 23.72	60.25
	Pasillo	2.50	6.36	15.9
	Hall	2.50	5.48	13.7
Total			92.9 / 91.88	232.25

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

PRIMERA PLANTA					
Volumen (m³)	Ce (KJ/kg °C)	Pe (Kg / m³)	N (Nº de renovaciones de aire por hora)	ΔT (°C)	QR (W)
31.55	1	1.24	2.2	25	597.69
34.8	1	1.24	1	25	299.66
30.55	1	1.24	1	25	263.07
26.5	1	1.24	1	25	228.19
11.45	1	1.24	2.5	10	98.597
7.55	1	1.24	2.5	12	78.02
60.25	1	1.24	1.5	25	778.23
15.9	1	1.24	1	10	54.76
13.7	1	1.24	1	12	56.63
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES)					2454.85

Nota: Nº de renovaciones de aire por hora las pasaremos a renovaciones por segundo en el momento del cálculo para obtener el resultado en (kW). En la tabla se traslada a vatios (W).

- CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS**

La distribución de las viviendas F y G es la misma, siendo la fachada f.(Norte) y G.(Sur).

PRIMERA PLANTA .F					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Cocina	Norte	20	15	35	318.20
Dormitorio 1	Este	15	15	30	188.86
Dormitorio 2	Este	15	15	30	169.43
Dormitorio 3	Este	15	15	30	154.17
Baño 1	-	-	15	15	24.62
Baño 2	-	-	15	15	20.90
Salón- comedor	Noreste	17.5	15	32.5	516.682

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Pasillo	-	-	15	15	52.19
Hall					
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1445.05

PRIMERA PLANTA .G					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Cocina	Sur	0	15	15	136.37
Dormitorio 1	Este	15	15	30	188.86
Dormitorio 2	Este	15	15	30	169.4
Dormitorio 3	Este	20	15	35	154.17
Baño 1	-	-	15	15	24.62
Baño 2	-	-	15	15	20.90
Salón-comedor	Sureste	10	15	25	397.45
Pasillo	-	-	15	15	52.19
Hall					
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1143.96

- DEMANDA CALORIFICA TOTAL

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución F	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Cocina	311.46	597.69	318.20	1227.35
Dormitorio 1	329.86	299.66	188.86	818.38
Dormitorio 2	301.69	263.07	169.43	734.19
Dormitorio 3	285.72	228.19	154.17	668.08
Baño 1	65.57	98.597	24.62	188.78
Baño 2	61.34	78.02	20.90	160.26
Salón-comedor	811.56	778.23	516.68	2106.47
Pasillo	236.54	54.76	52.19	400.12
Hall		56.63		
TOTAL - F	2403.71	2454.85	1445.05	6303.61 w

Distribución G	QT (w)	QR (w)	QS (w)	Q0 (w)
Cocina	311.46	597.69	136.37	1045.52
Dormitorio 1	329.86	299.66	188.86	818.38
Dormitorio 2	301.69	263.07	169.4	734.16
Dormitorio 3	285.72	228.19	154.17	668.08
Baño 1	65.57	98.59	24.62	188.78
Baño 2	61.34	78.02	20.90	160.26
Salón-comedor	811.56	778.23	397.45	1987.24
Pasillo	236.54	54.76	52.19	400.12
Hall		56.63		
TOTAL - G	2403.71	2454.85	1143.96	6002.52 w

• **SEGUNDA PLANTA.**

La distribución de las viviendas A y F es la misma, siendo la fachada A.(Norte) y F.(Sur).

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) A / F	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Balcón	-	4.11/ 2.91	
	Dormitorio 1	2.50	13.66 / 15.30	
	Dormitorio 2	2.50	14.48 / 15.14	
	Dormitorio 3	2.50	15.40 / 14.83	
	Baño 1	2.50	4.29 / 4.46	
	Baño 2	2.50	3.15	
	Escaleras	2.50	4.65	
	Pasillo	2.50	5.26 / 5.15	
	Hall	2.50	7.63	
Total 2ºP m²			72.63 / 73.22	72.63 / 73.22

• **TERCERA PLANTA. - ÁTICO -**

La distribución de las viviendas A y F es la misma, siendo la fachada A.(Norte) y F.(Sur).

TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) A / F	Distribución	Altura Abuhardillada	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Cocina	2.50-3.59/3.31	10.79	
	Distribuidor	2.50-3.59/3.31	7.40	
	Aseo	2.50-3.59/3.31	3.44	
	Terraza	-	10.07 / 16.41	
	Salón-comedor	2.22/2.10-3.59	24.42 / 27.40	
Total 3ºP m²		-	56.12 / 65.41	
Total 2ºP m²		2.50	72.63 / 73.22	
Total m²			128.75 / 138.63	128.75 / 138.63

• **CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION**

Se considera que las pérdidas por transmisión y renovación en las viviendas A y F son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las pérdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas como se calcula a continuación.

$$QT = \Sigma [U \times S \times (Ti - Te)]$$

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Dormitorio 2	Muro ext. Oeste	11	0.316	25	86.9
	Muro ext. Norte	5.58	0.3158	25	44.05
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	7.48	0.482	10	36.05
	Techo terraza ext	7	0.2613	25	45.73
	Techo	14.48	0.482	10	69.79
	Pilar	1.7	0.661	25	28.09
					422.94

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Dormitorio 3	Muro ext. Oeste	11.1	0.316	25	87.69
	Muro ext. patio	2.657	0.3158	25	20.98
	ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	15.40	0.482	10	74.23
	Techo	15.40	0.482	10	74.23
	Pared int.	6.35	0.314	10	19.94
	Pilar	0.85	0.661	25	14.046
					403.45
Dormitorio 1	Pared int.	10.675	0.3158	25	84.28
	Ventana	5	2.202	25	275.25
	Muro ext Norte	3.175	0.3158	25	25.06
	Pilar ext	0.75	0.661	25	12.39
	Suelo	5.26	0.482	10	25.35
	Techo terraza ext	8.40	0.2613	25	54.87
	Techo	13.66	0.482	10	65.84
					543.04
Baño 2	Pared int.	7.77	0.314	10	24.397
	Suelo	3.15	0.482	10	15.183
	Techo	3.15	0.482	10	15.183
	Pilar	0.85	0.661	10	5.618
					60.38
Baño 1	Muro ext. Oeste	6.7	0.387	25	64.82
	Suelo	4.29	0.482	10	20.677
	Techo	4.29	0.482	10	20.677
	Pilar	0.85	0.661	25	14.05
					120.22
Escaleras	Muro ext. Sur	5.815	0.316	25	45.938
	Muro int. descanso	4.8	0.35	12	20.16
	Ventana	0.96	2.571	25	61.70
	Suelo	4.65	0.482	10	22.41
	Techo	4.65	0.482	10	22.41

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

					172.62
Hall y Pasillo	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.957
	Pared int.	9.475	0.314	10	29.75
	Suelo Hall	7.63	0.482	10	36.78
	Techo Hall	7.63	0.482	10	36.78
	Suelo Pasillo	5.26	0.482	10	25.35
	Techo Pasillo	5.26	0.482	10	25.35
					233.89
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W) -2º Planta-					1956.54

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Salón - Comedor	Muro ext. Oeste	11	0.387	25	106.42
	Muro ext. Norte	6.782	0.3158	25	53.54
	Ventana	3.75	2.329	25	218.34
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	22.42	0.482	12	129.68
	Techo	22.42	0.3623	25	203.07
	Pilar	2.25	0.661	25	37.18
					860.56
Cocina	Muro ext. Oeste	9.05	0.387	25	87.56
	Pared int.	6.25	0.314	10	19.625
	Suelo	10.79	0.482	10	52.01
	Techo	10.79	0.3623	25	97.73
	Pilar	0.85	0.661	25	14.046
					270.97

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Aseo	Muro ext. patio	2.665	0.316	25	21.05
	Ventana	0.96	2.571	25	60.24
	Suelo	3.44	0.482	10	16.58
	Techo	3.44	0.3623	25	31.16
	Pilar	0.85	0.661	25	14.05
					143.07
Distribuidor	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.957
	Muro ext.patio Sur	6.25	0.3158	25	49.34
	Suelo Distri	7.40	0.482	10	35.67
	Techo Distri	7.40	0.3623	25	67.02
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
					344.24
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)-3º Planta-					1618.84
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)					3575.38

- CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).
- Calculo volumen :

SEGUNDA-TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) A / F	Distribución	Altura	Superficie Útil m²	Volumen m³
	Dormitorio 1	2.50	13.66 / 15.30	34.15
	Dormitorio 2	2.50	14.48 / 15.14	36.2
	Dormitorio 3	2.50	15.40 / 14.83	38.5
	Baño 1	2.50	4.29 / 4.46	10.725
	Baño 2	2.50	3.15	7.875
	Escaleras	2.50	4.65	11.62
	Pasillo	2.50	5.26 / 5.15	13.15
	Hall	2.50	7.63	19.075
	Cocina	2.50-3.59/3.31	10.79	32.37
	Distribuidor	2.50-3.59/3.31	7.40	22.2
	Aseo	2.50-3.59/3.31	3.44	10.32
	Salón-comedor	2.22/2.10-3.59	24.42 / 27.40	54.21
	Total			290.39

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

SEGUNDA-TERCERA PLANTA					
Volumen (m³)	C _e (KJ/kg °C)	P _e (Kg / m³)	N (Nº de renovaciones de aire por hora)	ΔT (°C)	Q _R (W)
34.15	1	1.24	1	25	294,06
36.2	1	1.24	1	25	311,72
38.5	1	1.24	1	25	331,52
10.725	1	1.24	2.5	25	230,88
7.875	1	1.24	2.5	10	67,81
11.62	1	1.24	1	12	48,02
13.15	1	1.24	1	25	113,23
19.075	1	1.24	1	10	65,70
32.37	1	1.24	2.2	25	613,23
22.2	1	1.24	1	10	76,46
10.32	1	1.24	2.5	12	106,64
54.21	1	1.24	1.5	25	700,21
Total 2ºP					1462,98
Total 3ºP					1496,55
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES)					2959.50

Nota: N° de renovaciones de aire por hora las pasaremos a renovaciones por segundo en el momento del cálculo para obtener el resultado en (kW). En la tabla se traslada a vatios (W).

- CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS**

La distribución de las viviendas A y F es la misma, siendo la fachada A.(Norte) y F.(Sur).

SEGUNDA – TERCERA PLANTA .A					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Dormitorio 1	Norte	20	15	35	292,98
Dormitorio 2	Noroeste	15	15	30	220,39
Dormitorio 3	Oeste	10	15	25	183,74
Baño 1	Oeste	10	15	25	87,77
Baño 2	-	-	15	15	19,22
Escaleras	Sur	0	15	15	33,09
Pasillo	-	-	15	15	61,92
Hall					
Cocina	Oeste	10	15	25	221,05
Distribuidor	Sur	0	15	15	63,10
Aseo	Oeste	10	15	25	62,42
Salón-comedor	Noroeste	15	15	30	468,23
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1713.95

SEGUNDA – TERCERA PLANTA .F					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Dormitorio 1	Sur	0	15	15	125,56
Dormitorio 2	Suroeste	7.5	15	22.5	165,29
Dormitorio 3	Oeste	10	15	25	183,74
Baño 1	Oeste	10	15	25	87,77
Baño 2	-	-	15	15	19,22
Escaleras	Norte	20	15	35	77,22
Pasillo	-	-	15	15	61,92
Hall					
Cocina	Oeste	10	15	25	221,05
Distribuidor	Norte	20	15	35	147,24
Aseo	Oeste	10	15	25	62,42
Salón-comedor	Suroeste	10	15	25	390,19
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1541.66

- DEMANDA CALORIFICA TOTAL

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución A	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Dormitorio 1	543.04	294.06	292.98	1130.08
Dormitorio 2	422.94	311.72	220.39	955.05
Dormitorio 3	403.45	331.52	183.74	918.71
Baño 1	120.22	230.88	87.77	438.88
Baño 2	60.38	67.81	19.22	147.42
Escaleras	172.62	48.029	33.09	253.74
Pasillo	233.89	113.23	61.92	474.74
Hall		65.70		
Cocina	270.97	613.23	221.05	1105.25
Distribuidor	344.24	76.46	63.10	483.80
Aseo	143.07	106.64	62.42	312.13
Salón-comedor	860.56	700.21	468.23	2029.00
TOTAL - A	3575.38	2959.50	1713.95	total 8248.83 2º (4318.64) 3º (3930.19)

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución F	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Dormitorio 1	543.04	294.06	125.56	962.66
Dormitorio 2	422.94	311.72	165.29	899.95
Dormitorio 3	403.45	331.52	183.74	918.71
Baño 1	120.22	230.88	87.77	438.88
Baño 2	60.38	67.81	19.22	147.42
Escaleras	172.62	48.02	77.22	297.87
Pasillo	233.89	113.23	61.92	474.77
Hall		65.70		
Cocina	270.97	613.23	221.05	1105.25
Distribuidor	344.24	76.46	147.24	567.94
Aseo	143.07	106.64	62.42	312.13
Salón-comedor	860.56	700.21	390.19	1950.96
TOTAL - F	3575.38	2959.50	1541.66	total 8076.55 2º (4140.25) 3º (3936.30)

• SEGUNDA PLANTA.

La distribución de las viviendas B y E es la misma, siendo la fachada B.(Norte) y E.(Sur).

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) B / E	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Dormitorio 1	2.50	15.27 / 16.82	
	Dormitorio 2	2.50	12.84 / 13.87	
	Escaleras	2.50	4.17	
	Hall	2.50	6.43 / 7.48	
	Baño 1	2.50	6.20	
Total 2ºP m²			44.91 / 48.54	44.91 / 48.54

• **TERCERA PLANTA. - ÁTICO -**

La distribución de las viviendas B y E es la misma, siendo la fachada B.(Norte) y E.(Sur).

TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) B / E	Distribución	Altura Abuhardillada	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Cocina	2.22/2.10-3.59	9.26 / 10.52	
	Distribuidor	2.50-3.59/3.31	7.78 / 7.87	
	Baño 2	2.50-3.59/3.31	2.77	
	Terraza		25.15 / 26.25	
	Salón-comedor	2.22/2.10-3.59	24.24 / 26.59	
	Dormitorio 3	2.22/2.10-3.59	10.64 / 11.28	
Total 3ºP m²		-	79.74 / 85.28	
Total 2ºP m²		2.50	44.91 / 48.54	
Total m²			124.75 / 133.82	124.65 / 133.82

• **CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION**

Se considera que las perdidas por transmisión y renovación en las viviendas B y E son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las perdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas como se calcula a continuación.

$$QT = \Sigma [U \times S \times (Ti - Te)]$$

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Dormitorio 1	Pared int.	10.5	0.314	10	82.425
	Muro ext. Norte	5.58	0.3158	25	44.05
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	15.27	0.482	10	73.60
	Techo terraza ext	7.1	0.2613	25	46.38
	Techo	8.17	0.482	10	39.38
	Pilar	0.75	0.661	25	12.39
					410.56

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Dormitorio 2	Pared int.	12.92	0.3158	10	40.80
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Muro ext Norte	5.61	0.3158	25	44.29
	Pilar ext	0.75	0.661	25	12.39
	Suelo	6.44	0.482	10	31.04
	Techo terraza ext.	6.4	0.2613	25	41.81
	Techo	12.84	0.482	10	61.88
					344.54
Baño 1	Pared int.	13.78	0.314	10	43.27
	Suelo	6.20	0.482	10	29.88
	Techo	6.20	0.482	10	29.88
	Pilar	0.85	0.661	10	5.618
					108.65
Escaleras	Pared int.	10.1	0.316	10	31.92
	Muro int. descanso	4.8	0.35	12	20.16
	Suelo	4.17	0.482	10	20.1
	Techo	4.17	0.482	10	20.1
					92.28
Hall	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pared int	5.725	0.314	10	17.98
	Suelo Hall	6.43	0.482	10	30.99
	Techo Hall	6.43	0.482	10	30.99
					154.88
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W) -2º Planta-					1110.91

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m ²)	U (W/m ² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Salón - Comedor	Pared int	11.52	0.314	10	36.17
	Muro ext. Norte	9.1	0.3158	25	71.84
	Ventana	2.35	2.312	25	135.83
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	24.24	0.482	12	140.20
	Techo	24.24	0.3623	25	8.78
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.96
	Pilar ext	0.75	0.661	25	12.39
					522.50
Cocina	Muro ext. Norte	3.375	0.3158	25	26.64
	Ventana	3.75	2.329	25	218.38
	Suelo	9.27	0.482	10	44.68
	Techo	9.27	0.3623	25	83.96
					373.66
Dormitorio 3	Muro ext. Norte	4.40	0.3158	25	34.74
	2Ventanas	1.92	2.571	25	123.41
	Pared int.	9.6	0.314	10	30.14
	Suelo	10.64	0.482	10	51.28
	Techo	10.64	0.3623	25	96.37
					335.94
Baño 2	Pared int	8.3	0.314	10	26.06
	Suelo	2.77	0.482	10	13.35
	Techo	2.77	0.3623	25	25.09
					64.50

Distribuidor	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pared int.	3.65	0.314	10	11.46
	Suelo Distri	7.78	0.482	10	37.49
	Techo Distri	7.78	0.3623	25	70.47
					194.34
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)-3º Planta-					1490.94
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)					2601.85

- CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).
- Calculo volumen :

SEGUNDA-TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) B / E	Distribución	Altura	Superficie Útil m²	Volumen m³
	Dormitorio 1	2.50	15.27 / 16.82	10.125
	Dormitorio 2	2.50	12.84 / 13.87	32.1
	Escaleras	2.50	4.17	10.425
	Hall	2.50	6.43 / 7.48	16.075
	Baño 1	2.50	6.20	15.5
	Cocina	2.22/2.10-3.59	9.26 / 10.52	27.78
	Distribuidor	2.50-3.59/3.31	7.68 / 7.87	23.04
	Baño 2	2.50-3.59/3.31	2.77	8.31
	Salón-comedor	2.22/2.10-3.59	24.24 / 26.59	72.72
	Dormitorio 3	2.22/2.10-3.59	10.64 / 11.28	31.92
Total				247.99

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

SEGUNDA-TERCERA PLANTA					
Volumen (m ³)	Ce (KJ/kg °C)	Pe (Kg / m ³)	N (Nº de renovaciones de aire por hora)	ΔT (°C)	QR (W)
10.125	1	1.24	1	25	87,18
32.1	1	1.24	1	25	276,41
10.425	1	1.24	1	12	43,09
16.075	1	1.24	1	10	55,36
15.5	1	1.24	2.5	10	133,47
27.78	1	1.24	2.2	25	526,27
23.04	1	1.24	1	12	95,23
8.31	1	1.24	2.5	10	71,55
72.72	1	1.24	1.5	25	939,3
31.92	1	1.24	1	25	274,86
Total 2ºP					595,53
Total 3ºP					1907,23
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES)					2502.76

Nota: Nº de renovaciones de aire por hora las pasaremos a renovaciones por segundo en el momento del cálculo para obtener el resultado en (kW). En la tabla se traslada a vatios (W).

- CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS**

La distribución de las viviendas B y E es la misma, siendo la fachada B.(Norte) y E.(Sur).

SEGUNDA – TERCERA PLANTA .B					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Dormitorio 1	Norte	20	15	35	174.21
Dormitorio 2	Norte	20	15	35	217.33
Escaleras	-	-	15	15	20.30
Hall	-	-	15	15	31.53
Baño 1	-	-	15	15	36.31

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Cocina	Norte	20	15	35	314.98
Distribuidor	-	-	15	15	43.43
Baño 2	-	-	15	15	20.41
Salón-comedor	Norte	20	15	35	511.63
Dormitorio 3	Norte	20	15	35	213.78
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1583,91

SEGUNDA – TERCERA PLANTA .E					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Dormitorio 1	Sur	0	15	15	74.662
Dormitorio 2	Sur	0	15	15	93.14
Escaleras	-	-	15	15	20.30
Hall	-	-	15	15	31.53
Baño 1	-	-	15	15	36.31
Cocina	Sur	0	15	15	134.99
Distribuidor	-	-	15	15	43.43
Baño 2	-	-	15	15	20.41
Salón-comedor	Sur	0	15	15	219.27
Dormitorio 3	Sur	0	15	15	91.62
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					765.662

- DEMANDA CALORIFICA TOTAL

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución B	Q_T (w)	Q_R (w)	Q_S (w)	Q_0 (w)
Dormitorio 1	410.56	87.18	174.21	671.95
Dormitorio 2	344.54	276.41	217.33	838.28
Escaleras	92.28	43.09	20.30	155.67
Hall	154.88	55.36	31.53	241.77
Baño 1	108.65	133.47	36.31	278.43
Cocina	373.66	526.27	314.98	1214.91
Distribuidor	194.34	95.23	43.43	333.00
Baño 2	64.50	71.55	20.41	156.46

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Salón-comedor	522.50	939.3	511.63	1973.43
Dormitorio 3	335.94	274.86	213.78	824.58
TOTAL - B	2601.85	2502.76	1583.91	total 6688.51 2° (2186.12) 3° (4502.39)

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución E	Q_T (w)	Q_R (w)	Q_S (w)	Q₀ (w)
Dormitorio 1	410.56	87.18	74.66	572.41
Dormitorio 2	344.54	276.41	93.14	714.09
Escaleras	92.28	43.09	20.30	155.67
Hall	154.88	55.36	31.53	241.77
Baño 1	108.65	133.47	36.31	278.43
Cocina	373.66	526.27	134.99	1034.92
Distribuidor	194.34	95.23	43.43	333.00
Baño 2	64.50	71.55	20.41	156.46
Salón-comedor	522.50	939.3	219.27	1681.07
Dormitorio 3	335.94	274.86	91.62	702.42
TOTAL - E	2601.85	2502.76	765.66	total 5870.27 2° (1962.39) 3° (3907.88)

• **SEGUNDA PLANTA.**

La distribución de las viviendas C y D es la misma, siendo la fachada C.(Norte) y D.(Sur).

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) C / D	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Balcón	2.50	4.11 / 2.91	
	Dormitorio 1	2.50	13.65 / 14.56	
	Dormitorio 2	2.50	12.13 / 12.56	
	Dormitorio 3	2.50	11.06 / 11.06	
	Baño 1	2.50	4.44	
	Baño 2	2.50	3.04	
	Escaleras	2.50	4.16	
	Pasillo	2.50	4.63	
	Hall	2.50	8.32	
Total 2ºP m²			65.54 / 65.68	65.54 / 65.68

• **TERCERA PLANTA. - ÁTICO -**

La distribución de las viviendas C y D es la misma, siendo la fachada C.(Norte) y D.(Sur).

TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) C / D	Distribución	Altura Abuhardillada	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Cocina	2.50-3.59/3.31	9.19 / 9.13	
	Distribuidor	2.50-3.59/3.31	5.57 / 5.43	
	Aseo	2.50-3.59/3.31	2.27	
	Terraza	libre	23.70 / 23.78	
	Salón-comedor	2.22/2.10-3.59	25.12 / 25.41	
	Pasillo	2.50-3.59/3.31	6.78 / 6.65	
Total 3ºP m²		-	72.63 / 72.67	
Total 2ºP m²		2.50	65.54 / 65.68	
Total m²			138.17 / 138.35	138.17 / 138.35

• **CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION**

Se considera que las pérdidas por transmisión y renovación en las viviendas C y D son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las pérdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas como se calcula a continuación.

$$QT = \Sigma [U \times S \times (Ti - Te)]$$

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Dormitorio 2	Pared int.	11.8	0.314	10	37.05
	Muro ext. Norte	4.46	0.3158	25	35.21
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	5.63	0.482	10	27.14
	Techo terraza ext	6.5	0.2613	25	42.46
	Techo	12.13	0.482	10	58.47
	Pilar	0.75	0.661	25	12.39
					325.05

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Dormitorio 3	Pared int.	7.83	0.314	10	24.59
	Muro ext. patio	2.657	0.3158	25	20.98
	ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	11.06	0.482	10	53.31
	Techo	11.06	0.482	10	53.31
	Pilar	0.85	0.661	25	14.046
					278.56
Dormitorio 1	Pared int.	12.925	0.3158	10	40.80
	Ventana	5	2.202	25	275.25
	Muro ext Norte	3.175	0.3158	25	25.06
	Pilar ext	0.75	0.661	25	12.39
	Suelo	13.65	0.482	10	65.84
	Techo terraza ext	8.40	0.2613	25	54.87
	Techo	5.25	0.482	10	25.30
Baño 2	Pared int.	5	0.314	10	15.7
	Suelo	3.04	0.482	10	14.65
	Techo	3.04	0.482	10	14.65
					45
	Muro pared int	4.25	0.314	10	13.34
	Suelo	4.44	0.482	10	21.40
	Techo	4.44	0.482	10	21.40
Baño 1	Muro pared int	4.25	0.314	10	13.34
	Suelo	4.44	0.482	10	21.40
	Techo	4.44	0.482	10	21.40
					56.14
	Muro ext. Este	2.8	0.3158	25	22.11
	Muro int. descanso	4.8	0.35	12	20.16
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
Escaleras	Suelo	4.16	0.482	10	20.05
	Techo	4.16	0.482	10	20.05

					194.7
Hall y Pasillo	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pared int	9.475	0.314	10	29.75
	Suelo Hall	8.32	0.482	10	40.10
	Techo Hall	8.32	0.482	10	40.10
	Suelo Pasillo	4.63	0.482	10	22.32
	Techo Pasillo	4.63	0.482	10	22.32
					229.51
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W) -2º Planta-					1628.47

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Salón - Comedor	Pared int.	17.45	0.314	10	54.79
	Muro ext. Norte	14.21	0.3158	25	112.19
	Ventana	3.75	2.329	25	218.34
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	25.12	0.482	12	145.29
	Techo	25.12	0.3623	25	227.52
	Pilar	1.5	0.661	25	24.79
					895.25
Cocina	Muro ext. patio	4.5	0.3158	25	35.53
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Pared int.	8.4	0.314	10	26.38
	Suelo	9.19	0.482	10	44.29
	Techo	9.19	0.3623	25	83.24
	Pilar int	0.85	0.661	10	5.6
					307.37

Aseo	Pared int.	5.92	0.314	10	18.59
	Suelo	2.27	0.482	10	10.94
	Techo	2.27	0.3623	25	20.56
					50.09
pasillo	Pared int.	5	0.314	10	15.7
	Muro ext patio	7.4	0.3158	25	58.42
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	6.78	0.482	10	32.68
	Techo	6.78	0.3623	25	61.41
					280.54
Distribuidor	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pilar ext	0.75	0.661	25	12.39
	Muro ext.patio	4.35	0.3158	25	34.34
	Suelo Distri	5.57	0.482	10	26.85
	Techo Distri	5.57	0.3623	25	50.45
	Pared int.	17.65	0.314	10	55.42
					254.37
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)-3º Planta-					11784.62
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)					3416.09

- CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).
- Calculo volumen :

SEGUNDA-TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) C / D	Distribución	Altura	Superficie Útil m²	Volumen m³
	Dormitorio 1	2.50	13.65 / 14.56	34.12
	Dormitorio 2	2.50	12.13 / 12.56	30.325
	Dormitorio 3	2.50	11.06 / 11.06	27.65
	Baño 1	2.50	4.44	11.1
	Baño 2	2.50	3.04	7.6
	Escaleras	2.50	4.16	10.4
	Pasillo	2.50	4.63	11.57
	Hall	2.50	8.32	20.8
	Cocina	2.50-3.59/3.31	9.19/ 9.13	27.57
	Distribuidor	2.50-3.59/3.31	5.57 / 5.43	16.71
	Aseo	2.50-3.59/3.31	2.27	6.81
	Salón-comedor	2.22/2.10-3.59	25.12 / 25.41	75.36
	Pasillo	2.50-3.59/3.31	6.78 / 6.65	20.34
Total				300.35

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

SEGUNDA-TERCERA PLANTA					
Volumen (m³)	C _e (KJ/kg °C)	P _e (Kg / m³)	N (Nº de renovaciones de aire por hora)	ΔT (°C)	Q _R (W)
34.12	1	1.24	1	25	293,81
30.325	1	1.24	1	25	261,13
27.65	1	1.24	1	25	238,09
11.1	1	1.24	2.5	10	95,58
7.6	1	1.24	2.5	10	65,44
10.4	1	1.24	1	25	89,55
11.57	1	1.24	1	10	39,85
20.8	1	1.24	1	12	85,97
27.57	1	1.24	2.2	25	522,29
16.71	1	1.24	1	12	69,06
6.81	1	1.24	2.5	10	58,64
75.36	1	1.24	1	25	648,93
20.34	1	1.24	1.5	25	262,72
Total 2ºP					1169,44
Total 3ºP					1561,66
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES)					2731.11

Nota: N° de renovaciones de aire por hora las pasaremos a renovaciones por segundo en el momento del cálculo para obtener el resultado en (kW). En la tabla se traslada a vatios (W).

- **CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS**

La distribución de las viviendas C y D es la misma, siendo la fachada C.(Norte) y D.(Sur).

SEGUNDA – TERCERA PLANTA C					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Dormitorio 1	Norte	20	15	35	277.87
Dormitorio 2	Norte	20	15	35	205.16
Dormitorio 3	Sur	0	15	15	77.28
Baño 1	-	-	15	15	22.76
Baño 2	-	-	15	15	15.56
Escaleras	Este	15	15	30	85.275
Pasillo	-	-	15	15	53.3
Hall					
Cocina	Sur	0	15	15	124.45
Distribuidor	-	-	15	15	48.51
Aseo	-	-	15	15	16.31
Salón-comedor	Norte	20	15	35	540.46
Pasillo	Sur	0	15	15	81.49
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1548.425

SEGUNDA – TERCERA PLANTA D					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Dormitorio 1	Sur	0	15	15	119.08
Dormitorio 2	Sur	0	15	15	87.93
Dormitorio 3	Norte	20	15	35	180.83
Baño 1	-	-	15	15	22.76
Baño 2	-	-	15	15	15.56
Escaleras	Este	15	15	30	85.275
Pasillo	-	-	15	15	53.3
Hall					
Cocina	Norte	20	15	35	290.38
Distribuidor	-	-	15	15	48.51
Aseo	-	-	15	15	16.31
Salón-comedor	Sur	0	15	15	231.63
Pasillo	Norte	20	15	35	190.14
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1341.705

• DEMANDA CALORIFICA TOTAL

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución C	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Dormitorio 1	499.51	293.81	277.87	1071.19
Dormitorio 2	325.05	261.13	205.16	791.34
Dormitorio 3	278.56	238.09	77.28	593.93
Baño 1	56.14	95.58	22.76	174.48
Baño 2	45	65.44	15.56	126.00
Escaleras	194.7	89.55	85.27	369.53
Pasillo	229.51	39.85	53.3	408.63
Hall		85.97		
Cocina	307.37	522.29	124.45	954.11
Distribuidor	254.37	69.06	48.51	371.94
Aseo	50.09	58.64	16.31	125.04
Salón-comedor	895.25	648.93	540.46	2084.64
Pasillo	280.54	262.72	81.49	624.75
TOTAL - C	3416.09	2731.11	1548.42	total 7695.63 2º (3535.12) 3º (4160.51)

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución D	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Dormitorio 1	499.51	293.81	119.08	912.40
Dormitorio 2	325.05	261.13	87.93	674.11
Dormitorio 3	278.56	238.09	180.83	697.48
Baño 1	56.14	95.58	22.76	174.48
Baño 2	45	65.44	15.56	126.00
Escaleras	194.7	89.55	85.27	369.53
Pasillo	229.51	39.85	53.3	408.63
Hall		85.97		
Cocina	307.37	522.29	290.38	1120.04
Distribuidor	254.37	69.06	48.51	371.94
Aseo	50.09	58.64	16.31	125.04
Salón-comedor	895.25	648.93	231.63	1775.81
Pasillo	280.54	262.72	190.14	733.40
TOTAL - D	3416.09	2731.11	1341.70	total 7488.91 2º (3362.65) 3º (4126.26)

- **SEGUNDA PLANTA.**

La distribución de las viviendas G y J es la misma, siendo la fachada G.(Norte) y J.(Sur).

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) G / J	Distribución	Altura m	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Balcón	2.50	4.27 / 3.01	
	Dormitorio 1	2.50	12.77 / 12.94	
	Dormitorio 2	2.50	13.32 / 13.06	
	Dormitorio 3	2.50	12.38 / 12.41	
	Baño 1	2.50	4.62	
	Baño 2	2.50	2.98	
	Escaleras	2.50	4.08	
	Pasillo	2.50	5.96	
	Hall	2.50	3.31	
Total 2ºP m ²			63.69 / 62.37	63.69 / 62.37

- **TERCERA PLANTA. - ÁTICO -**

La distribución de las viviendas G y J es la misma, siendo la fachada G.(Norte) y J.(Sur).

TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (DUPLEX) G / J	Distribución	Altura Abuhardillada	Superficie Útil m ²	Total Superficie m ²
	Cocina	2.21-2.61	10.84 / 10.87	
	Distribuidor	2.50-3.59	6.42 / 6.41	
	Aseo	2.50-3.59	2.40 / 2.34	
	Terraza	libre	52.97 / 51.26	
	Salón-comedor	2.21-2.61	26.93 / 26.98	
Total 3ºP m ²		-	99.56 / 97.86	
Total 2ºP m ²		2.50	63.69 / 62.37	
Total m ²			163.25 / 160.23	163.25 / 160.23

• CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION

Se considera que las perdidas por transmisión y renovación en las viviendas G y J son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las perdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas como se calcula a continuación.

$$QT = \Sigma [U \times S \times (Ti - Te)]$$

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Dormitorio 2	Pared int.	11.8	0.314	10	37.05
	Muro ext. Norte	4.46	0.3158	25	35.21
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	6.39	0.482	10	30.80
	Techo terraza ext	6.93	0.2613	25	45.27
	Techo	13.32	0.482	10	64.20
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.96
	Pilar	0.75	0.661	25	12.39
					342.21
Dormitorio 3	Pared int.	7.83	0.314	10	24.59
	Muro ext. patio	2.657	0.3158	25	20.98
	Muro int. descanso	6.27	0.314	12	23.62
	ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	12.38	0.482	10	59.67
	Techo	12.38	0.482	10	59.67
	Pilar	0.85	0.661	25	14.046
					314.91
Dormitorio 1	Pared int.	6.675	0.314	10	20.96
	Ventana	5	2.202	25	275.25
	Muro ext Norte	4.47	0.3158	25	35.29
	Pilar ext	0.75	0.661	25	12.39
	Suelo	2.27	0.482	10	10.94
	Techo terraza ext	10.5	0.2613	25	68.59
	Techo	12.77	0.482	10	61.55

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

					484.97
Baño 2	Pared int.	4	0.314	10	12.56
	Suelo	2.98	0.482	10	14.36
	Techo	2.98	0.482	10	14.36
					41.28
Baño 1	Muro pared int	5.42	0.314	10	17.02
	Suelo	4.62	0.482	10	22.27
	Techo	4.62	0.482	10	22.27
					61.56
Escaleras	Suelo	4.08	0.482	10	19.66
	Techo	4.08	0.482	10	19.66
					39.32
Hall y Pasillo	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pared int	8.4	0.314	10	26.376
	Suelo Hall	3.31	0.482	10	15.95
	Techo Hall	3.31	0.482	10	15.95
	Suelo Pasillo	5.96	0.482	10	28.73
	Techo Pasillo	5.96	0.482	10	28.73
					190.66
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W) -2º Planta-					1475

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Salón - Comedor	Pared int.	8.75	0.314	10	27.475
	Muro ext. Noroeste	18.964	0.3158	25	149.72
	Ventana	3.75	2.329	25	218.34
	2 Ventanas	3.586	2.506	25	224.66
	Suelo	26.93	0.482	12	155.76
	Techo	26.93	0.3623	25	243.92
	Pilar	1.5	0.661	25	24.79
					1044.66
Cocina	Muro ext. Este	2.7	0.3158	25	21.32
	Ventana	3.75	2.329	25	218.34
	Pared int.	8.4	0.314	10	26.38
	Suelo	10.84	0.482	10	52.25
	Techo	10.84	0.3623	25	98.18
	Pared int. ascensor	5.15	0.35	12	21.63
					438.1
Aseo	Pared int.	4.68	0.314	10	14.69
	Suelo	2.4	0.482	10	11.57
	Techo	2.4	0.3623	25	21.74
					48
Distribuidor	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	2.125	0.35	12	8.92
	Pilar ext	0.75	0.661	25	12.39
	Muro ext.patio	1.66	0.316	25	13.11
	Suelo Distri	6.42	0.482	10	30.94
	Techo Distri	6.42	0.3623	25	58.15
	Ventana	0.96	2.571	25	61.7

					251.21
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)-3º Planta-					1781.97
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)					3256.97

- CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).
 - Calculo volumen :

SEGUNDA-TERCERA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) G / J	Distribución	Altura	Superficie Útil m²	Volumen m³
	Dormitorio 1	2.50	12.77 / 12.94	31.92
	Dormitorio 2	2.50	13.32 / 13.06	33.3
	Dormitorio 3	2.50	12.38 / 12.41	30.95
	Baño 1	2.50	4.62	11.55
	Baño 2	2.50	2.98	7.45
	Escaleras	2.50	4.08	10.2
	Pasillo	2.50	5.96	14.9
	Hall	2.50	3.31	8.27
	Cocina	2.21-2.61	10.84/ 10.87	32.52
	Distribuidor	2.50-3.59	6.42 / 6.41	19.26
	Aseo	2.50-3.59	2.40 / 2.34	7.2
	Salón-comedor	2.21-2.61	26.93 / 26.98	80.79
Total				288.31

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

SEGUNDA-TERCERA PLANTA					
Volumen (m³)	Ce (KJ/kg °C)	Pe (Kg / m³)	N (Nº de renovaciones de aire por hora)	ΔT (°C)	QR (W)
31.92	1	1.24	1	25	274,86
33.3	1	1.24	1	25	286,75
30.95	1	1.24	1	25	266,51
11.55	1	1.24	2.5	10	99,45
7.45	1	1.24	2.5	10	64,15
10.2	1	1.24	1	12	42,16

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

14.9	1	1.24	1	10	51,32
8.27	1	1.24	1	12	34,18
32.52	1	1.24	2.2	25	616,07
19.26	1	1.24	1	12	79,60
7.2	1	1.24	2.5	10	62
80.79	1	1.24	1	25	695,69
Total 2ºP					1119,40
Total 3ºP					1453,37
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES)					2572.78

Nota: Nº de renovaciones de aire por hora las pasaremos a renovaciones por segundo en el momento del cálculo para obtener el resultado en (kW). En la tabla se traslada a vatios (W).

- CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS**

La distribución de las viviendas G y J es la misma, siendo la fachada G.(Norte) y J.(Sur).

SEGUNDA – TERCERA PLANTA G					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Dormitorio 1	Norte	20	15	35	265.94
Dormitorio 2	Norte	20	15	35	220.13
Dormitorio 3	Sur	0	15	15	87.21
Baño 1	-	-	15	15	24.15
Baño 2	-	-	15	15	15.81
Escaleras	-	-	15	15	12.22
Pasillo	-	-	15	15	41.42
Hall					
Cocina	Este	15	15	30	316.25
Distribuidor	-	-	15	15	49.62
Aseo	-	-	15	15	16.5
Salón-comedor	Noreste	17.5	15	32.5	565.61
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1614.86

SEGUNDA – TERCERA PLANTA J					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Dormitorio 1	Sur	0	15	15	113.97
Dormitorio 2	Sur	0	15	15	94.34
Dormitorio 3	Norte	20	15	35	203.49
Baño 1	-	-	15	15	24.15
Baño 2	-	-	15	15	15.81
Escaleras	-	-	15	15	12.22
Pasillo	-	-	15	15	41.42
Hall					
Cocina	Este	15	15	30	316.25
Distribuidor	-	-	15	15	49.62
Aseo	-	-	15	15	16.5
Salón-comedor	Sureste	10	15	25	435.09
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1322.87

• DEMANDA CALORIFICA TOTAL

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución G	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Dormitorio 1	484.97	274.86	265.94	1025.77
Dormitorio 2	342.21	286.75	220.13	849.09
Dormitorio 3	314.91	266.51	87.21	668.63
Baño 1	61.56	99.45	24.15	185.16
Baño 2	41.28	64.15	15.81	121.24
Escaleras	39.32	42.16	12.22	93.7
Pasillo	190.66	51.32	41.42	317.58
Hall		34.18		
Cocina	438.1	616.07	316.25	1370.42
Distribuidor	251.21	79.60	49.62	380.43
Aseo	48	62	16.5	126.5
Salón-comedor	1044.66	695.69	565.61	2305.96
TOTAL - G	3256.88	2572.78	1614.86	total 7444.52 2º (3261.20) 3º (4183.32)

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución J	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Dormitorio 1	484.97	274.86	113.97	873.81
Dormitorio 2	342.21	286.75	94.34	723.3
Dormitorio 3	314.91	266.51	203.49	784.93
Baño 1	61.56	99.45	24.15	185.16
Baño 2	41.28	64.15	15.81	121.24
Escaleras	39.32	42.16	12.22	93.7
Pasillo	190.66	51.32	41.42	317.58
Hall		34.18		
Cocina	438.1	616.07	316.25	1370.42
Distribuidor	251.21	79.60	49.62	380.43
Aseo	48	62	16.5	126.5
Salón-comedor	1044.66	695.69	435.09	2175.44
TOTAL - J	3256.88	2572.78	1322.87	total 7152.53 2º (3099.73) 3º (4052.80)

• **SEGUNDA PLANTA.**

La distribución de las viviendas H y I es la misma, siendo la fachada H.(Norte) y I.(Sur).

IGUAL que “F” y “G” de la PRIMERA PLANTA.

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) H / I	Distribución	Altura m	Superficie Útil m²	Total Superficie m²
	Cocina	2.50	12.50 / 12.18	
	Dormitorio 1	2.50	13.92 / 13.63	
	Dormitorio 2	2.50	12.22 / 12.00	
	Dormitorio 3	2.50	10.60 / 10.92	
	Baño 1	2.50	4.58	
	Baño 2	2.50	3.02	
	Salón-comedor	2.50	24.10 / 23.72	
	Pasillo	2.50	6.36	
	Hall	2.50	3.79	
Total 2ºP m²			92.9 / 91.88	92.9 / 91.88

• CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISION

Se considera que las pérdidas por transmisión y renovación en las viviendas H y I son similares, ya que comparten distribución y las superficies son muy parejas. No ocurre lo mismo con las pérdidas por suplementos puesto que las orientaciones son distintas como se calcula a continuación.

$$QT = \Sigma [U \times S \times (Ti - Te)]$$

Habitación	Distribución	Superficie Útil (m²)	U (W/m² K)	(Ti - Te) (°C)	Transmisión (W)
Cocina	Muro ext. Norte	2.58	0.3158	25	10.37
	Ventana	1.793	2.506	25	112.331
	Suelo	12.50	0.482	10	60.25
	Pared int.	13.95	0.314	10	43.80
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.96
	Techo	6.7	0.482	10	32.29
	Techo ext. terraza	5.8	0.2613	25	37.88
	Pilar ext.	0.85	0.661	25	14.046
					315.927
Dormitorio 1	Muro ext. Este	6.58	0.316	25	51.98
	Pared int.	8.95	0.314	10	28.20
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	13.92	0.482	10	67.09
	Techo ext. terraza	8.8	0.2613	25	57.486
	Techo	5.12	0.482	10	24.68
					341.76
Dormitorio 2	Muro ext. Este	4.46	0.3158	25	35.21
	Pared int.	6.25	0.314	10	19.625
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	12.22	0.482	10	58.9
	Techo	4.62	0.482	10	22.27
	Techo ext. terraza	7.6	0.2613	25	49.65
	Pilar	0.85	0.661	25	14.046

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

					312.03
Dormitorio 3	Muro ext. Este	4.46	0.3158	25	35.21
	Pared int.	6.25	0.314	10	19.625
	Ventana	1.793	2.506	25	112.33
	Suelo	10.60	0.482	10	51.092
	Techo	3.9	0.482	10	18.8
	Techo ext. terraza	6.7	0.2613	25	43.77
	Pilar	0.85	0.661	25	14.046
					294.87
Baño 1	Pared int	4.75	0.314	10	14.915
	Suelo	4.58	0.482	10	22.07
	Techo	4.58	0.482	10	22.07
	Pilar int.	0.75	0.661	10	4.96
					64.01
Baño 2	Pared int	5.32	0.314	10	16.71
	Muro int. descanso	3.45	0.35	12	14.49
	Suelo	3.02	0.482	10	14.56
	Techo	3.02	0.482	10	14.56
					60.32
Salón- comedor	Muro ext. Norte	15.064	0.316	25	119.01
	Muro ext. Este	10.56	0.316	25	83.424
	2 Ventanas Norte	3.586	2.506	25	224.66
	Ventana Este	2.394	2.405	25	143.94
	Suelo	24.10	0.482	10	116.16
	Techo	24.10	0.482	10	116.16
					803.36
Hall y					

CÁLCULOS

- 115 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

Pasillo	Puerta entrada	2.5	2.2	12	66
	Muro int. descanso	6.625	0.35	12	27.825
	Pared int	8.275	0.314	10	25.98
	Suelo Hall	3.79	0.482	10	18.27
	Techo Hall	3.79	0.482	10	18.27
	Suelo Pasillo	6.36	0.482	10	30.65
	Techo Pasillo	6.36	0.482	10	30.65
					217.64
TOTAL CÁLCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN (W)					2409.92

- CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES).
- Calculo volumen :

SEGUNDA PLANTA				
VIVIENDAS (SIMPLES) H / I	Distribución	Altura	Superficie Útil m²	Volumen m³
	Cocina	2.50	12.62 / 12.18	31.55
	Dormitorio 1	2.50	13.92 / 13.62	34.8
	Dormitorio 2	2.50	12.22 / 12.00	30.55
	Dormitorio 3	2.50	10.60 / 10.92	26.5
	Baño 1	2.50	4.58 / 4.58	11.45
	Baño 2	2.50	3.02	7.55
	Salón-comedor	2.50	24.10 / 23.72	60.25
	Pasillo	2.50	6.36	15.9
	Hall	2.50	3.79	9.5
Total			92.9 / 91.88	232.25

$$Q_R = V \times C_e \times P_e \times N \times \Delta T$$

SEGUNDA PLANTA					
Volumen (m ³)	Ce (KJ/kg °C)	Pe (Kg / m ³)	N (Nº de renovaciones de aire por hora)	ΔT (°C)	QR (W)
31.55	1	1.24	2.2	25	597.69
34.8	1	1.24	1	25	299.66
30.55	1	1.24	1	25	263.07
26.5	1	1.24	1	25	228.19
11.45	1	1.24	2.5	10	98.59
7.55	1	1.24	2.5	12	78.02
60.25	1	1.24	1.5	25	778.23
15.9	1	1.24	1	10	54.76
9.5	1	1.24	1	12	39.27
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACION. (VENTILACIONES)					2437.49

Nota: Nº de renovaciones de aire por hora las pasaremos a renovaciones por segundo en el momento del cálculo para obtener el resultado en (kW). En la tabla se traslada a vatios (W).

- **CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS**

La distribución de las viviendas H e I es la misma, siendo la fachada H.(Norte) e I.(Sur).

SEGUNDA PLANTA .H					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Cocina	Norte	20	15	35	319,76
Dormitorio 1	Este	15	15	30	192,42
Dormitorio 2	Este	15	15	30	172,53
Dormitorio 3	Este	15	15	30	156,91
Baño 1	-	-	15	15	24,39
Baño 2	-	-	15	15	20,75
Salón-comedor	Noreste	17.5	15	32.5	514,01
Pasillo	-	-	15	15	46,75
Hall					
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1447.55

SEGUNDA PLANTA .I					
Distribución	Orientación	Orientación (%)	Intermitencias (%)	Total por Suplementos (%)	Perdida por Suplementos (W)
Cocina	Sur	0	15	15	137,04
Dormitorio 1	Este	15	15	30	192,42
Dormitorio 2	Este	15	15	30	172,53
Dormitorio 3	Este	20	15	35	183,07
Baño 1	-	-	15	15	24,39
Baño 2	-	-	15	15	20,75
Salón-comedor	Sureste	10	15	25	395,39
Pasillo	-	-	15	15	46,75
Hall					
TOTAL CALCULO DE PERDIDAS POR SUPLEMENTOS					1172.36

- DEMANDA CALORIFICA TOTAL

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Distribución H	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Cocina	315.927	597.69	319.76	1233.38
Dormitorio 1	341.76	299.66	192.42	833.84
Dormitorio 2	312.03	263.07	172.53	747.63
Dormitorio 3	294.87	228.19	156.91	679.97
Baño 1	64.01	98.59	24.39	186.99
Baño 2	60.32	78.02	20.75	159.09
Salón-comedor	803.36	778.23	514.01	2095.60
Pasillo	217.64	54.76	46.75	358.42
Hall		39.27		
TOTAL - H	2409.92	2437.49	1447.55	6294.96 w

Distribución I	Q _T (w)	Q _R (w)	Q _S (w)	Q ₀ (w)
Cocina	315.927	597.69	137.04	1050.66
Dormitorio 1	341.76	299.66	192.42	833.84
Dormitorio 2	312.03	263.07	172.53	747.63
Dormitorio 3	294.87	228.19	183.07	706.13
Baño 1	64.01	98.59	24.39	186.99
Baño 2	60.32	78.02	20.75	159.09
Salón-comedor	803.36	778.23	395.39	1976.98
Pasillo	217.64	54.76	46.75	358.42
Hall		39.27		
TOTAL - I	2409.92	2437.49	1172.36	6019.77 w

2.4. ELECCIÓN DE LOS EMISORES DE CALOR.

2.4.1. MÉTODO DE CÁLCULO.

Una vez calculadas las pérdidas térmicas en cada uno de los locales que componen la vivienda, se puede determinar los tipos de radiadores que proporcionarán el calor necesario a cada estancia del edificio para mantener unas condiciones de confort preestablecidas. Los radiadores permiten la cesión del calor desde el fluido caloportador al ambiente por convección y por radiación.

Los emisores son los artefactos encargados de ceder el calor a las habitaciones que queremos calentar. Los emisores más usados actualmente son los radiadores y los paneles, (estos últimos son nuestra opción elegida), estos irán sujetos por soportes y no estarán alojados en ninguna cavidad, por lo que su factor de corrección será 1. Es por ello que la carga calorífica corregida será, en todos los casos, igual a la calculada.

Se calculará y asignará la potencia requerida a cada emisor, determinando así la longitud lineal del panel necesaria, en función de las necesidades caloríficas correspondientes para cada habitáculo o zona. Se va a realizar para un salto térmico de 50°C, según EN 442. Se ha optado por radiadores marca ROCA constituidos por paneles dobles de acero, modelo PCCP, para todos los recintos a calefactar, a excepción del segundo aseo de cada vivienda, donde se instalarán radiadores especiales para baño modelo PT500. Como elemento de apoyo en el salón, se instalará un segundo radiador modelo PCCP, (pero de menores dimensiones), en apoyo del PCCP existente.

Los emisores estarán dotados individualmente de válvula termostática y purgador manual. Los radiadores se colocarán, como mínimo a 2 cm. de la pared y 10 cm. del suelo, completamente exentos de obstáculos. Los radiadores de tipo panel se sujetarán a la pared con soportes adecuados.

La documentación técnica de los diferentes tipos de emisores debe hacer referencia a los siguientes aspectos:

- Dimensiones.
- Peso propio.
- Contenido de agua por elemento o metro lineal.
- Potencia calorífica por elemento o metro lineal, en las condiciones patrón.
- Exponente “n” para otras condiciones.

- Para Salón-comedor, Salón-cocina, Dormitorios, Baños, Cocinas, Halls/Pasillos, Escaleras y demás estancias de la vivienda:

Datos por metro lineal

Modelos	Cotas en mm			Capacidad agua l	Peso aprox. kg	Por metro lineal en kcal/h		Exponente "n" de la curva característica
	A	B	C			(1)	(2)	
P				2,60	6,0	377	286	1,30
PC	300	240	300÷3000	2,60	7,8	628	428	1,28
PCCP				5,20	15,5	1.220	841	1,33
P				3,80	10,0	625	451	1,30
PC	500	440	300÷3000	3,80	13,8	1.004	665	1,29
PCCP				7,60	27,6	1.863	1.313	1,29
P				4,40	12,0	741	531	1,30
PC	600	540	300÷3000	4,40	16,8	1.192	781	1,30
PCCP				8,80	33,7	2.202	1.530	1,31
P				5,60	16,0	972	686	1,30
PC	800	740	300÷3000	5,60	22,9	1.532	1.014	1,30
PCCP				11,20	45,8	2.684	1.932	1,30

(1) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE 9-015-86 para $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ (A título informativo)

(2) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE EN-442 para $\Delta t = 50^\circ\text{C}$

$\Delta t = (T_{\text{media radiador}} - T_{\text{ambiente}})$ en $^\circ\text{C}$

Exponente "n" de la curva característica según UNE EN-442

Longitud C de fabricación: 300, 450, 600, 750, 900, 1.050, 1.200, 1.350, 1.500, 1.650, 1.800, 2.100, 2.400, 2.700 y 3.000.

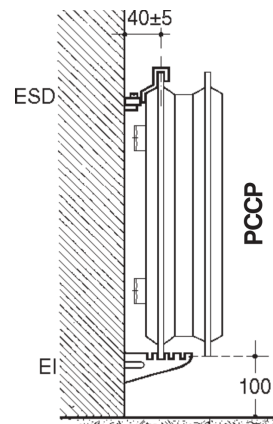
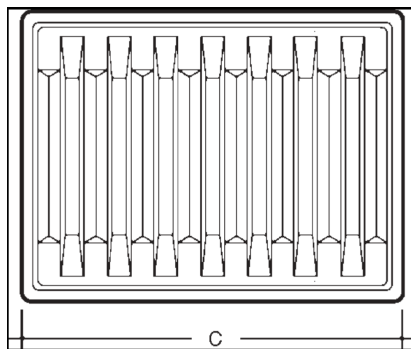


Fig 1.

Los modelos de la marca ROCA. Del catálogo Baxi Roca escogidos son:

Paneles de acero para instalaciones de agua caliente hasta 6 bares y 110°C

- Justificación: Puesto que la tabla muestra los datos en metros lineales se extrapolará los resultados y se tomará el modelo de emisor cuya emisión calorífica (kcal/h) sea igual o inmediatamente superior a la demanda/necesitada para cada espacio o viceversa en longitud del panel.

○ PCCP 300:

- Altura: 300mm

- Longitud: Desde 300mm hasta 1050mm. (Función de las necesidades).

- **PCCP 600**
 - Altura: 300mm
 - Longitud: Desde 300mm hasta 1350mm.

- Para Baños/Aseos:

Dimensiones y Características Técnicas

Modelos	Cotas en mm				Capacidad agua l	Peso aprox. kg	Emisión calorífica en Kcal/h		Exponente "n" de la curva característica
	A	B	C	L			(1)	(2)	
PT 500	500	440	600	535	2,30	6,4	375	271	1,3
	500	440	1.350	535	5,10	14,0	844	610	1,3
PT 800	800	740	600	835	3,40	10,0	583	411	1,3
	800	740	1.350	835	7,60	22,0	1.312	926	1,3

(1) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE 9-015-86 para $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ (A título informativo)

(2) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE EN-442 para $\Delta t = 50^\circ\text{C}$

$\Delta t = (T_r \text{ media radiador} - T_r \text{ ambiente})$ en $^\circ\text{C}$

Exponente "n" de la curva característica según UNE EN-442

El modelo de la marca ROCA, del catálogo Baxi Roca escogido es:

Elegiremos el tamaño que más se adecue a la demanda calorífica del espacio a calefactar de cada uno de las estancias. El modelo elegido es el PT 500 en dos de sus variantes de 600mm y 1350mm de altura.

- Justificación: Se tomará el modelo de emisor cuya emisión calorífica (kcal/h) sea igual o inmediatamente superior a la demanda/necesitada para cada espacio.

- **PT 500** Para los aseos de pequeña superficie :

- Altura: 600mm y 1350mm.
- Anchura: 500mm.
- Paneles de acero para instalaciones de agua caliente hasta 6 bares y 110°C .

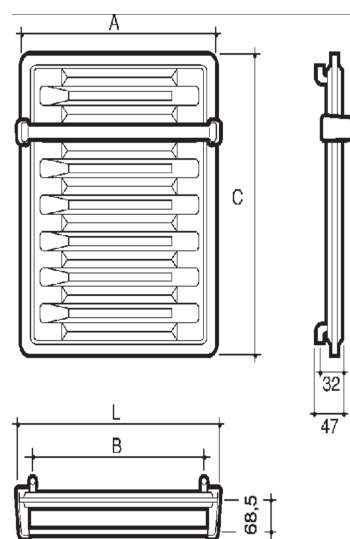


Fig 2.

2.4.2. CÁLCULO DE LOS EMISORES EN LA INSTALACIÓN.

Como paso previo a la selección de los radiadores, deberemos tener en cuenta las condiciones de funcionamiento de la instalación, es decir, la temperatura de llegada del agua al radiador, la temperatura de salida del mismo y el salto térmico.

Generalmente, el dimensionado del emisor se realiza para un salto térmico de 50 °C con temperatura de entrada del agua al radiador de 80 °C y temperatura de salida de 60 °C. El tipo de radiador utilizado también será determinante, ya que la potencia de emisión de cada uno de ellos es diferente. ($\Delta T = 50$ °C).

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los habitáculos de cada vivienda, se procede al dimensionado de los radiadores. Para ello se presentan las siguientes condiciones de trabajo:

Te = Temperatura de entrada de fluido calefactor al radiador (80 °C).

Ts = Temperatura de salida de fluido calefactor al radiador (60 °C).

Tm = Temperatura media del radiador $((80+60)/2 = 70$ °C)

Ta = Temperatura ambiente (21 °C). Al tratarse de una edificio de 18 viviendas puede haber discrepancias entre vecinos en cuanto a la temperatura confort se refiere por eso tomaremos 21 °C en este cálculo vez de 20 °C. (Temperatura usada en anteriores cálculos). El resultado del salto térmico del radiador apenas variará.

La diferencia entre la temperatura de entrada y salida para una determinada temperatura ambiente es característica de fundamental en el cálculo del salto térmico ΔT de un radiador, ya que en función de este salto se dimensionara el radiador.

- Cuando $\Delta T_s / \Delta T_e \geq 0.7$ el salto térmico se determina mediante la media aritmética. $\Delta t = t_m - t_s$
- Cuando $\Delta T_s / \Delta T_e < 0.7$ el salto térmico se determina mediante la media aritmética.

Donde:

$$\Delta T_s = T_s - T_a$$

$$\Delta T_e = T_e - T_a$$

Para nuestro caso concreto utilizaremos el segundo procedimiento ya que:

$$\Delta T_s / \Delta T_e < 0.7$$

$$(60 - 20 / 80 - 20 = 0.666 < 0.7 \quad \text{Con } 20^\circ\text{C}.$$

$$60 - 21 / 80 - 21 = \mathbf{0.661} < \mathbf{0.7} \quad \text{Con } 21 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

El **salto térmico** se determina mediante la media aritmética ya que $0.666 < 0.7$.

$$(60 - 21) / (80 - 21) = \mathbf{0.661} < \mathbf{0.7}$$

$$\Delta T = \frac{80 - 60}{\ln \frac{59}{39}} = \mathbf{48.31} \approx \mathbf{50 \text{ }^{\circ}\text{C}} \text{ (salto térmico más comercial).}$$

Para el correcto funcionamiento de los todos los emisores de la instalación será necesario regular el caudal de agua que atraviesa cada uno de ellos, permitiendo así el ajuste de la transmisión de calor en cada uno de ellos. Esto se consigue con la utilización de válvulas que convenientemente taradas permiten distribuir de forma uniforme todo el caudal de agua caliente disponible en la instalación, entre todos los radiadores. Estas válvulas se denominan detentores.

Además de los detentores es necesario montar purgadores manuales o automáticos que permiten eliminar el aire del circuito de calefacción. También será necesario colocar un purgador en cada radiador.

2.4.3. RESULTADOS

Las siguientes tablas muestran los distintos tipos de emisores así como sus potencias, que utilizaremos en función de las pérdidas caloríficas totales anteriormente calculadas en cada estancia.

• PRIMERA PLANTA

Distribución A	Potencia requerida (w)	Pérdidas caloríficas (kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Cocina	1069.91	920.12	Roca PCCP 600	600 - 750	1148
Dormitorio 1	942.40	810.47	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 2	963.22	828.36	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 3	606.18	521.32	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	474.49	408.06	Roca PT 500	1350 - 500	610
Baño 2	331.80	285.34	Roca PCCP 300	300 - 450	378
Salón-comedor	1617.11	1390.71	Roca PCCP 600	600 - 1050	1607
Pasillo	359.98	309.58	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
TOTAL - A	6365.11 w	5473.99 kcal/h			6598 kcal/h

Distribución D	(w)	(kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (kcal/h)
Cocina	911.41	783.81	Roca PCCP 600	600 - 600	918
Dormitorio 1	888.04	763.71	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 2	963.22	828.36	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 3	711.61	611.98	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	557.01	479.02	Roca PT 500	1350 - 500	610
Baño 2	331.80	285.34	Roca PCCP 300	300 - 450	378
Salón-comedor	1377.53	1184.68	Roca PCCP 600	600 - 900	1377
Pasillo	359.98	309.58	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
TOTAL - D	6100.61 w	5246.52 kcal/h			6138 kcal/h

Distribución B	Potencia requerida (w)	Perdidas caloríficas (kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Cocina	1068.36	918.78	Roca PCCP 600	600 - 750	1148
Dormitorio 1	883.57	759.87	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 2	656.87	564.90	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Dormitorio 3	816.09	701.83	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Baño 1	192.83	165.83	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	140.33	120.68	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Salón-comedor	157.60	1352.43	Roca PCCP 600	600 - 900	1377
Pasillo	305.06	262.35	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
TOTAL - B	5635.66 w	4846.67 kcal/h			5777 kcal/h

Distribución C	(w)	(Kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (Kcal/h)
Cocina	910.09	782.67	Roca PCCP 600	600 - 600	918
Dormitorio 1	752.68	647.30	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 2	771.1	663.14	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 3	816.09	701.83	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Baño 1	192.83	165.83	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	140.33	120.68	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Salón-comedor	1339.62	1152.07	Roca PCCP 600	600 - 900	1377
Pasillo	305.06	262.35	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
TOTAL - C	5227.75 w	4495.86 kcal/h			5674 kcal/h

Distribución E	Potencia requerida (w)	Perdidas caloríficas (kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Salón - Cocina	2582.79	2221.20	Roca PCCP 600	600 - 1500	2295
Dormitorio 1	792.04	681.15	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 2	610.13	524.71	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	181.10	155.74	Roca PT 500	600 - 500	271
Hall	230.54	198.26	Roca PCCP 300	300 - 300	252
TOTAL - E	4396.61 w	3781.08 kcal/h			4205 kcal/h

Distribución H	(w)	(kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (kcal/h)
Salón - Cocina	2200.17	1892.15	Roca PCCP 600	600 - 1350	2066
Dormitorio 1	674.70	580.24	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Dormitorio 2	716.24	615.96	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	181.10	155.74	Roca PT 500	600 - 500	271
Hall	230.54	198.26	Roca PCCP 300	300 - 300	252
TOTAL - H	4002.74 w	3442.36 kcal/h			3849 kcal/h

Distribución F	Potencia requerida (w)	Perdidas caloríficas (kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Cocina	1227.35	1055.52	Roca PCCP 600	600 - 750	1148
Dormitorio 1	818.38	703.80	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 2	734.19	631.40	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 3	668.08	574.54	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	188.78	162.35	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	160.26	137.82	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Salón-comedor	2106.47	1811.56	Roca PCCP 600	600 - 1200	1836
Pasillo	400.12	344.10	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
TOTAL - F	6303.61 w	5421.10 kcal/h			6110 kcal/h

Distribución G	(w)	(kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador (mm)	Potencia (kcal/h)
Cocina	1045.52	899.14	Roca PCCP 600	600 - 600	918
Dormitorio 1	818.38	703.80	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 2	734.16	631.37	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 3	668.08	574.54	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	188.78	162.35	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	160.26	137.82	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Salón-comedor	1987.24	1709.02	Roca PCCP 600	600 - 1200	1836
Pasillo	400.12	344.10	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
TOTAL - G	6002.52 w	5162.17 kcal/h			5880 kcal/h

▪ SEGUNDA PLANTA – ATICO

Distribución A	Potencia requerida (w)	Perdidas caloríficas (kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Dormitorio 1	1130.08	971.86	Roca PCCP 300	300 - 1200	1009
Dormitorio 2	955.05	821.34	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 3	918.71	790.09	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Baño 1	438.88	377.43	Roca PT 500	1350 - 500	610
Baño 2	147.42	126.78	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Escaleras	253.74	218.22	Roca PCCP 300	300 - 450	378
Pasillo	474.74	408.27	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
* Cocina	1105.25	950.51	Roca PCCP 600	600 - 750	1148
* Distribuidor	483.80	416.07	Roca PCCP 300	300 - 600	504
* Aseo	312.13	268.43	Roca PCCP 300	300 - 450	378
* Salón-comedor	2029.00	1744.94	Roca PCCP 600	600 - 1200	1836
TOTAL - A	Total: 8248.83 w 2° (4318.64) w * 3° (3930.19) w	7093.99 kcal/h (3714.03)kcal/h (3379.96)kcal/h			8340 kcal/h (4474) kcal/h (3866) kcal/h

Distribución F	(w)	(kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (kcal/h)
Dormitorio 1	962.66	827.88	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 2	899.95	773.96	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 3	918.71	790.09	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Baño 1	438.88	377.43	Roca PT 500	1350 - 500	610
Baño 2	147.42	126.78	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Escaleras	297.87	256.17	Roca PCCP 300	300 - 450	378
Pasillo	474.77	408.30	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
* Cocina	1105.25	950.51	Roca PCCP 600	600 - 750	1148
* Distribuidor	567.94	488.43	Roca PCCP 300	300 - 600	504
* Aseo	312.13	268.43	Roca PCCP 300	300 - 450	378
* Salón-comedor	1950.96	1677.82	Roca PCCP 600	600 - 1200	1836
TOTAL - F	Total: 8076.55 w 2° (4140.25) w * 3° (3936.30) w	6945.83 kcal/h (3560.61)kcal/h (3385.21)kcal/h			8214 kcal/h (4348) kcal/h (3866) kcal/h

Distribución B	Potencia requerida (w)	Perdidas caloríficas (kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Dormitorio 1	671.95	577.88	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Dormitorio 2	838.28	720.92	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Escaleras	155.67	133.87	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Hall	241.77	207.92	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Baño 1	278.43	239.45	Roca PT 500	600 - 500	271
* Cocina	1214.91	1044.82	Roca PCCP 600	600 - 750	1148
* Distribuidor	333.00	286.38	Roca PCCP 300	300 - 450	378
* Baño 2	156.46	134.56	Roca PCCP 300	300 - 300	252
* Salón-comedor	1973.43	1697.14	Roca PCCP 600	600 - 1200	1836
* Dormitorio 3	824.58	709.13	Roca PCCP 300	300 - 900	757
TOTAL - B	Total: 6688.51 w 2° (2186.12) w * 3° (4502.39) w	5752.12 kcal/h 1880.06 kcal/h 3872.05 kcal/h			6740 kcal/h (2369) kcal/h (4371) kcal/h

Distribución E	(w)	(kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (kcal/h)
Dormitorio 1	572.41	492.27	Roca PCCP 300	300 - 600	504
Dormitorio 2	714.09	614.12	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Escaleras	155.67	133.87	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Hall	241.77	207.92	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Baño 1	278.43	239.45	Roca PT 500	600 - 500	271
* Cocina	1034.92	890.036	Roca PCCP 600	600 - 600	918
* Distribuidor	333.00	286.38	Roca PCCP 300	300 - 450	378
* Baño 2	156.46	134.56	Roca PCCP 300	300 - 300	252
* Salón-comedor	1681.07	1445.72	Roca PCCP 600	600 - 1050	1607
* Dormitorio 3	702.42	604.08	Roca PCCP 300	300 - 750	630
TOTAL - E	Total: 5870.27 w 2° (1962.39) w * 3° (3907.88) w	5048.43 kcal/h 1687.65 kcal/h 3360.78 kcal/h			5901 kcal/h (2116) kcal/h (3785) kcal/h

Distribución C	Potencia requerida (w)	Perdidas caloríficas (kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Dormitorio 1	1071.19	921.22	Roca PCCP 300	300 - 1200	1009
Dormitorio 2	791.34	680.55	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 3	593.93	510.78	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	174.48	150.05	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	126.00	108.36	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Escaleras	369.53	317.79	Roca PCCP 300	300 - 450	378
Pasillo	408.63	351.42	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
* Cocina	954.11	820.54	Roca PCCP 600	600 - 600	918
* Distribuidor	371.94	319.87	Roca PCCP 300	300 - 600	504
* Aseo	125.04	107.53	Roca PCCP 300	300 - 300	252
* Salón-comedor	2084.64	1792.79	Roca PCCP 600	600 - 1200	1836
* Pasillo	624.75	537.28	Roca PCCP 600	600 - 450	689
TOTAL - C	Total:7695.63 w 2° (3535.12) w * 3° (4160.51) w	6618.24 kcal/h 3040.20 kcal/h 3578.04 kcal/h			7955 kcal/h (3756) kcal/h (4199) kcal/h

Distribución D	(w)	(kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (kcal/h)
Dormitorio 1	912.40	784.66	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 2	674.11	579.73	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Dormitorio 3	697.48	599.83	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	174.48	150.05	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	126.00	108.36	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Escaleras	369.53	317.79	Roca PCCP 300	300 - 450	378
Pasillo	408.63	351.42	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
* Cocina	1120.04	963.24	Roca PCCP 600	600 - 750	1148
* Distribuidor	371.94	319.87	Roca PCCP 300	300 - 600	504
* Aseo	125.04	107.53	Roca PCCP 300	300 - 300	252
* Salón-comedor	1775.81	1527.19	Roca PCCP 600	600 - 1050	1607
* Pasillo	733.40	630.72	Roca PCCP 600	600 - 450	689
TOTAL - D	Total:7488.91 w 2° (3362.65) w * 3° (4126.26) w	6440.46 kcal/h 2891.89 kcal/h 3548.58 kcal/h			7703 kcal/h (3503) kcal/h (4200) kcal/h

Distribución G	Potencia requerida (w)	Perdidas caloríficas (kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Dormitorio 1	1025.77	882.16	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Dormitorio 2	849.09	730.22	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 3	668.63	575.02	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	185.16	159.24	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	121.24	104.26	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Escaleras	93.7	80.58	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Pasillo	317.58	273.12	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
* Cocina	1370.42	1178.56	Roca PCCP 600	600 - 900	1377
* Distribuidor	380.43	327.17	Roca PCCP 300	300 - 450	378
* Aseo	126.5	108.79	Roca PCCP 300	300 - 300	252
* Salón-comedor	2305.96	1983.12	Roca PCCP 600	600 - 1350	2066
TOTAL - G	Total:7444.52 w 2° (3261.20) w * 3° (4183.32) w	6402.29 kcal/h 2804.63 kcal/h 3597.65 kcal/h			7577 kcal/h (3504) kcal/h (4073) kcal/h

Distribución J	(w)	(kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (kcal/h)
Dormitorio 1	873.81	751.47	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 2	723.3	622.03	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Dormitorio 3	784.92	675.03	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Baño 1	185.16	159.24	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	121.24	104.26	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Escaleras	93.7	80.58	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Pasillo	317.58	273.12	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
* Cocina	1370.42	1178.56	Roca PCCP 600	600 - 900	1377
* Distribuidor	380.43	327.17	Roca PCCP 300	300 - 450	378
* Aseo	126.5	108.79	Roca PCCP 300	300 - 300	252
* Salón-comedor	2175.44	1870.87	Roca PCCP 600	600 - 1350	2066
TOTAL - J	Total : 7152.53 w 2° (3099.73) w * 3° (4052.80) w	6151.18 kcal/h 2665.77 kcal/h 3485.41 kcal/h			7451 kcal/h (3378) kcal/h (4073) kcal/h

- SEGUNDA PLANTA

Distribución H	Potencia requerida (w)	Perdidas caloríficas (kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Cocina	1233.38	1060.70	Roca PCCP 600	600 - 750	1148
Dormitorio 1	833.84	717.10	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 2	747.63	642.96	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 3	679.97	584.78	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	186.99	160.81	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	159.09	136.81	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Salón-comedor	2095.60	1802.22	Roca PCCP 600	600 - 1200	1836
Pasillo	358.42	308.24	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
TOTAL - H	6294.96 w	5413.67 kcal/h			6110 kcal/h

Distribución I	(w)	(kcal/h)	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (kcal/h)
Cocina	1050.66	903.56	Roca PCCP 600	600 - 600	918
Dormitorio 1	833.84	717.10	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 2	747.63	642.96	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Dormitorio 3	706.13	607.27	Roca PCCP 300	300 - 750	630
Baño 1	186.99	160.81	Roca PT 500	600 - 500	271
Baño 2	159.09	136.81	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Salón-comedor	1976.98	1700.20	Roca PCCP 600	600 - 1200	1836
Pasillo	358.42	308.24	Roca PCCP 600	600 - 300	459
Hall					
TOTAL - I	6019.77 w	5177.01 kcal/h			5880 kcal/h

2.5. CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION

Se denomina red de distribución a la red de tuberías que enlazan los emisores con el generador de calor. Una vez elegidos los emisores, hace falta llevar a ellos el fluido caloportador, de la forma más eficaz posible.

El dimensionado de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado y el tipo de circuito. La red general y colectores se montaran con tuberías de polietileno reticulado tipo BARBI de industrial Blansol, unidas mediante accesorios y calorifugadas con coquilla flexible elastomérica, si fuese necesario de espesor de acuerdo al diámetro de tuberías.

Para la distribución de tuberías se adopta una instalación de circuito cerrado de tipo bitubular en polietileno, unidas mediante accesorios discurriendo calorifugadas por el techo del garaje y por patinillos en zonas comunes hasta la derivación a las viviendas. El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 para un aislamiento mínimo con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/ m °C.

En función de las potencias caloríficas obtenidas, de las pérdidas de carga que serán inferiores a 400 Pa/m. en tramos rectos y del salto térmico de calculo que se considera 20 °C, se obtienen los diámetros de las tuberías a instalar y las velocidades del agua en estas tuberías, que no serán superiores a 1,5 m/s. con el fin de mantener un nivel sonoro adecuado y una longevidad máxima de la instalación.

2.5.1 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE TUBERIAS

Hasta este punto se han calculado las necesidades caloríficas de los locales de las viviendas y elegidos los emisores que se utilizarán para aportarlas. A continuación se calcularán las dimensiones de las tuberías a utilizar.

El cálculo del diámetro de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador, la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado (para lo cual se seguirán las recomendaciones del fabricante), y el tipo de circuito (caudal constante o variable).

Se procurará que el dimensionado y la disposición de las tuberías de una red de distribución se realice de tal forma que la diferencia entre los valores extremos de las presiones diferenciales en las acometidas de las distintas unidades terminales no sea mayor que el 15% del valor medio.

Una vez obtenidos los caudales, es posible estimar el valor del diámetro de la tubería. Recordar que las tuberías se calcularán de forma que la pérdida de carga en tramos rectos sea inferior a 40 mm.C.A. (Entre 20 y 15 mm.C.A). sin sobrepasar la velocidad de 2 m/s en tramos que discurran por locales habitados, por los cuales circularán todas las tuberías.

De todas formas se intentará que las pérdidas no lleguen a las marcadas por la norma.

Iniciamos el cálculo partiendo de la **Carga Térmica (Q)** que transcurre por dicho tramo, y calcularemos el **Caudal Másico** en dicho tramo:

○ **Caudal Másico:**

El dimensionado de las tuberías hay que realizarlo atendiendo a la cantidad de calor que es necesario transportar por medio de un caudal determinado de agua caliente en cada uno de los tramos de la red de tubería. La expresión que determina el caudal másico es:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot \Delta t}$$

Donde:

\dot{Q} = Potencia que tiene que suministrar (Kcal/h).

C_p = Calor específico del agua = 1 kcal / kg °C.

Δt = Salto térmico del agua entre la ida y el retorno. En nuestro caso, $\Delta t = 20$ °C.

Obtendremos el valor del valor del caudal másico \dot{m} en l/h.

○ **Velocidad:**

Conocidos el caudal y estimando la sección del tramo, obtendremos la velocidad de la ecuación siguiente ($v < 1,5$ m/s):

$$Q = V \times S$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

V = velocidad (m/s).

S = Sección (m²).

El dimensionado de una instalación de calefacción, es decir de la red de tuberías que la componen consiste en principalmente en determinar las pérdidas de carga o de presión, seleccionando los diámetros adecuados. El objetivo de calcular las pérdidas de carga es conocer dos cosas:

- El equilibrado hidráulico de la instalación.
- Las características de la bomba a instalar, ya que su potencia vendrá determinada por las pérdidas del circuito.

El cálculo del diámetro de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado y el tipo de circuito.

○ **Pérdidas en tramos rectos. Perdidas lineales**

Son las ocasionadas por el rozamiento del fluido en las paredes de los tramos rectos de tubería. Un buen diseño técnico en hidráulica es aquel que conjuga unas pérdidas menores a un costo de instalación menor. Esto requiere de un buen número de cálculos. Sin embargo, en el caso que nos ocupa, calefacción por agua caliente, existen innumerables ábacos y gráficos que ayudan y simplifican el cálculo.

Estos gráficos son diferentes según sea el material de las conducciones y de la temperatura media del fluido en el circuito. En este caso el material escogido es el polietileno y la temperatura media es de 70 °C.

Con la gráfica para tuberías de polietileno para una temperatura media del agua de 70°C, y el caudal másico, se determina el diámetro de la tubería, teniendo en cuenta que no se debe sobrepasar la línea horizontal de caída de presión de 400 Pa/m (presión máxima autorizada en la actualidad) y una velocidad de 2 m/s en los tramos que discurran por locales habitados.

En la práctica, es conveniente dimensionar las tuberías de modo que la pérdida de carga lineal no supere los 20 mmCA/m, habitualmente entre 10 y 15 mmCA/m; en estas condiciones, las velocidades siempre serán inferiores a 2 m/s.

En los casos de distribuciones largas o con muchas ramificaciones, debe procurarse que las tuberías, sobre todo las más alejadas de las bombas de circulación, tengan pérdidas aún más bajas, de modo que la instalación presente desequilibrios hidráulicos pequeños; en la ITE 03.7. se indica que la presión diferencial en la acometida de los diferentes aparatos alimentados por una misma bomba, no debe diferir en más de un 15 %. Una vez fijado el diámetro mínimo permitido, se puede calcular la caída de presión por unidad de longitud así como la velocidad, que será útil para el cálculo de las pérdidas singulares que se explican a continuación.

○ **Pérdidas singulares**

Las pérdidas singulares son las caídas de presión motivadas por los cambios de dirección y de velocidad. Estas pérdidas se producen en elementos como codos, tes, válvulas y demás elementos.

Pueden ser evaluadas por dos métodos diferentes: el método de la longitud equivalente y el método de los coeficientes de pérdida de carga.

- Método de la longitud equivalente: este método consiste la sustitución de cada uno de los accesorios que existan en un tramo de tubería por una longitud ficticia de tramo recto, tal que las pérdidas de carga que se produzcan en dicho tramo sean iguales a las que se producen en el elemento considerado, denominándose esa longitud ficticia con el nombre de longitud equivalente del accesorio considerado. Es el método que hemos utilizado para el proyecto

- Método de los coeficientes: Es un método en el que a cada accesorio se le pone un coeficiente (resistencia simple) y se determinan las pérdidas.

2.5.2. CALCULO Y DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS

- **RED GENERAL DE DISTRIBUCION**

- Tramo red general de distribución entre **Planta baja** y **1º Planta**:

- **Caudal Másico:**

. La expresión que determina el caudal másico es:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot \Delta t}$$

$$\dot{m} = \frac{116102 \text{ (Kcal/h)}}{1 \text{ (kcal / kg } ^\circ\text{C)} \times 20 \text{ (} ^\circ\text{C)}} = 5805.1 \text{ l/h}$$

Donde:

\dot{Q} = Potencia que tiene que suministrar 116102 Kcal/h.(suma total 18 viviendas)

C_p = Calor específico del agua = 1 kcal / kg °C.

Δt = Salto térmico del agua entre la ida y el retorno. En nuestro caso, $\Delta t = 20^\circ\text{C}$.

Obtendremos el valor del valor del caudal másico \dot{m} en l/h. = **5805.1 (l/h) = 1.61×10^{-3} (m³/s).**

Nota: La geometría y disposición de las viviendas nos obliga a dividir este caudal (5808.1 l/h), entre dos zonas que llamaremos Este y Oeste, que dispondrán cada una de montantes de ida y retorno para las diferentes plantas.

Obtendremos el valor del valor del caudal másico en función de la potencia

- **Montante Este:**(E,F,H,G,G',J,H,I) potencia 47062 Kcal/h y el caudal en l/h. = **2353.1 (l/h) = 6.54×10^{-4} (m³/s).**
- **Montante Oeste:**(A,B,C,D,A',B',C',D',E,F) potencia 69040 Kcal/h y el caudal en l/h. = **3452 (l/h) = 9.59×10^{-4} (m³/s).**

o Velocidad:

Conocidos el caudal y estimando la sección del tramo, obtendremos la velocidad de la ecuación siguiente ("v" entorno a 0.6 m/s < 1,5 m/s):

- Conocidos los caudales = 6.54×10^{-4} (m³/s) y 9.59×10^{-4} (m³/s).
- 1º cogemos un DN 63 y DN 75 con diámetros interiores de 51.4 mm y 61.4 mm que nos da una sección $S = 2.07 \times 10^{-3}$ (m²) y 2.96×10^{-3} (m²)
- Nos da una velocidad baja puesto que el diámetro del tubo es excesivo.
- 2º cogemos un DN 50 (para montante Este) y DN 63 (para montante Oeste) con diámetro interior de 40.8 mm y 51.4 mm que nos da una sección $S = 1.07 \times 10^{-3}$ (m²) y 2.07×10^{-3} (m²)

$$Q = V \times S$$

$$V = Q / S = 6.54 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)} / 1.07 \times 10^{-3} \text{ (m}^2\text{)} = \mathbf{0.501 \text{ (m/s)}} < 1.5 \text{ m/s}$$

$$V = Q / S = 9.59 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)} / 2.07 \times 10^{-3} \text{ (m}^2\text{)} = \mathbf{0.462 \text{ (m/s)}} < 1.5 \text{ m/s}$$

Donde:

Q = Caudales 6.54×10^{-4} (m³/s) (para montante Este) y 9.59×10^{-4} (m³/s). (para montante Oeste)

V = velocidad (m/s).

$S = DN\ 50$ (para montante Este) y $DN\ 63$ (para montante Oeste) con diámetro interior de 40.8 mm y 51.4 mm que nos da una sección $S = 1.307 \times 10^{-3} \text{ (m}^2\text{)}$ y $2.07 \times 10^{-3} \text{ (m}^2\text{)}$

Con los valores de caudal y velocidad, obtenemos el valor de pérdida de carga en la tabla, (Desarrollo Montante Este).

Perdida UNITARIA: 8 y 6 mmCA/m = 0.008 y 0.006mCA/m

Perdida LINEAL: $0.008 \text{ mCA/m} \times (12\text{m}) = 0.096 \text{ mCA}$

Para comprobación de los resultados obtenidos adjunto la gráfica 1 del catálogo de BARBI en documento ANEXO.

Perdidas SECUNDARIAS

A modo de ejemplo calculamos unas longitudes equivalentes aunque en este proyecto al utilizar tuberías de polietileno las curvas, codos, uniones rápidas...etc. Necesitan distinta consideración y tomaremos como longitud equivalente en las pérdidas secundarias un 30% del total.

Cono de reducción: 50mm (Tomaremos las longitudes equivalentes de 2" = 50mm ya que de 51.4mm no disponemos). Corresponde una longitud equivalente 1.30m

Válvula de retención: Corresponde una longitud equivalente 1.90m.

LONGITUDES EQUIVALENTES DE DIVERSOS ACCESORIOS.								
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"
	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm
Cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00
Codo 90	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,48
Codo o Curva 45	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00
Curva 90	0,18	0,33	0,4	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48
Te 45	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20
Te recta	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50
Válvula de retención	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65
Válvula de compuerta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69
Válvula de asiento	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,3	5,51
Intercambiador	---	---	---	2,10	5,00	12,5	13,4	14,2
Radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50
Radiador con Valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,1
Caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50

Nota: Para agilizar los cálculos la longitudes equivalentes correspondientes a las perdidas secundarias serán el 30% de la longitud lineal.

Perdida de carga TOTAL = Perdida de carga UNITARIA \times (L. LINEAL + Σ L. QUIVALENTE)

Perdida de carga TOTAL = = 0.008mCA/m \times [(12) + (3.6)] = 0.125 mCA

- Tramo red general de distribución entre 1º Planta y 2º Planta:

- **Caudal Másico:**

. La expresión que determina el caudal másico es:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot \Delta t}$$

$$\dot{m} = \frac{71871 \text{ (Kcal/h)}}{1 \text{ (kcal / kg } ^\circ\text{C)} \times 20 \text{ (} ^\circ\text{C)}} = 3593.55 \text{ l/h}$$

Donde:

\dot{Q} = Potencia que tiene que suministrar 71871 Kcal/h.(suma total 10 viviendas)

Obtendremos el valor del valor del caudal másico \dot{m} en l/h. = 3593.55 (l/h) = $9.982 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)}$.

Nota: La geometría y disposición de las viviendas nos obliga a dividir este caudal (3593.55 l/h), entre dos zonas que llamaremos Este y Oeste, que dispondrán cada una de montantes de ida y retorno para las diferentes plantas.

Obtendremos el valor del valor del caudal másico en función de la potencia

- **Montante Este:**(G',J,H,I) potencia 27018 Kcal/h y el caudal en l/h. = 1350.9 (l/h) = $3.752 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)}$.
- **Montante Oeste:**(A',B',C',D',E,F) potencia 44853 Kcal/h y el caudal en l/h. = 2242.65 (l/h) = $6.229 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)}$.

○ **Velocidad:**

Conocidos el caudal y estimando la sección del tramo, obtendremos la velocidad de la ecuación siguiente (“v” entorno a 0.6 m/s < 1,5 m/s):

- Conocidos los caudales = 3.752×10^{-4} (m³/s) Montante Este.
 6.229×10^{-4} (m³/s). Montante Oeste.
- 1º cogemos un DN 40 y DN 50 con diámetro interior de 32.6mm y 40.8 mm que nos da una sección $S = 8.347 \times 10^{-4}$ (m²). y 1.31×10^{-3} (m²).

$$Q = V \times S$$

$$V = Q / S = 3.752 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)} / 8.347 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{)} = \mathbf{0.449 \text{ (m/s)}} < 1.5 \text{ m/s}$$

$$V = Q / S = 6.229 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)} / 1.307 \times 10^{-3} \text{ (m}^2\text{)} = \mathbf{0.476 \text{ (m/s)}} < 1.5 \text{ m/s}$$

Con los valores de caudal y velocidad, obtenemos el valor de pérdida de carga y comprobamos en la tabla:

Perdida UNITARIA: 10 y 8 mmCA/m = 0.010 y 0.008mCA/m.(Desarrollo Mon. Este).

Perdida LINEAL: $0.010 \text{ mCA/m} \times (5.7) = (0.057)$

Perdida SECUNDARIA: longitud equivalente (1.71)m

Perdida de carga TOTAL = $0.010 \text{ mCA/m} \times [(5.7) \text{ m} + (1.71) \text{ m}] = 0.0741 \text{ mCA}$

- Tramo red general de distribución entre **2º Planta y Ático:**

○ **Caudal Másico:**

. La expresión que determina el caudal másico es:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot \Delta t}$$

$$\dot{m} = \frac{32433 \text{ (Kcal/h)}}{1 \text{ (kcal / kg } ^\circ\text{C)} \times 20 \text{ (} ^\circ\text{C)}} = \mathbf{1621.65 \text{ l/h}}$$

Donde:

\dot{Q} = Potencia que tiene que suministrar 32433 Kcal/h.(Resto: corresponde a Planta ático que es el 2º piso de 6 viviendas tipo duplex)

Obtendremos el valor del valor del caudal másico \dot{m} en l/h. = **1621.65 (l/h) = 4.50×10^{-4} (m³/s)**

Nota: La geometría y disposición de las viviendas nos obliga a dividir este caudal (3593.55 l/h), entre dos zonas que llamaremos Este y Oeste, que dispondrán cada una de montantes de ida y retorno para las diferentes plantas.

Obtendremos el valor del valor del caudal másico en función de la potencia

- **Montante Este:**(G',J) potencia 8146 Kcal/h y el caudal en l/h. = **407.3 (l/h) = 1.131×10^{-4} (m³/s).**
- **Montante Oeste:**(A',B',C',D',E,F) potencia 24288 Kcal/h y el caudal en l/h. = **1214.4 (l/h) = 3.373×10^{-4} (m³/s).**

o **Velocidad:**

Conocidos el caudal y estimando la sección del tramo, obtendremos la velocidad de la ecuación siguiente ("v" entorno a 0.6 m/s < 1,5 m/s):

- Conocidos los caudales = 1.131×10^{-4} (m³/s). y 3.373×10^{-4} (m³/s).
- 1º cogemos un DN 25 y DN 40 con diámetro interior de 20.4 mm y 32.6 mm que nos da una sección S = 3.268×10^{-4} (m²). y 8.347×10^{-4} (m²).

$$Q = V \times S$$

$$V = Q / S = 1.131 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)} / 3.268 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{)} = \mathbf{0.346 \text{ (m/s)}} < 1.5 \text{ m/s}$$

$$V = Q / S = 3.373 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)} / 8.347 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{)} = \mathbf{0.404 \text{ (m/s)}} < 1.5 \text{ m/s}$$

Con los valores de caudal y velocidad, obtenemos el valor de pérdida de carga en la tabla:

Perdida UNITARIA: 12 y 7 mmCA/m = 0.012 y 0.007 mCA/m.(Desarrollo Mon. Este).

Perdida LINEAL: 0.012 mCA/m \times (5.5) = (0.066mCA)

Perdida SECUNDARIA: longitud equivalente (1.65)m

Perdida de carga TOTAL = 0.012mCA/m \times [(5.5)m + (1.65)m] = 0.0858 mCA

- Tramo red general de distribución. Tabla resumen

Tramo Ida + vuelta montantes	Potencia kcal/h	Caudal l/h	Caudal (m³/s) × 10 ⁻⁴	Diámetro Int. mm	Velocidad m/s	Perdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equival m	Pérdida de carga Total mCA
Montante1 Planta baja - 1º Planta: (RAMAL 1+2+3)	116102 kcal/h.	5805.1 l/h	16.1 (m³/s)						
	M.Este 47062 kcal/h	M.Este 2353.1 l/h	M.Este 6.54 (m³/s)	M.Este DN 50 40.8 mm	M.Este 0.501 m/s	M.Este 8 mmCA/m	M.Este 12 m	M.Este 3.6 m	M.Este 0.125 mCA
	M.Oeste 69040 kcal/h	M.Oeste 3452 l/h	M.Oeste 9.59 (m³/s)	M.Oeste DN 63 51.4 mm	M.Oeste 0.462 m/s	M.Oeste 6 mmCA/m	M.Oeste 12 m	M.Oeste 3.6 m	M.Oeste 0.0936 mCA
Montante2 1º Planta 2º Planta (RAMAL 2+3)	71871 kcal/h	3593.55 l/h	0.998 (m³/s)						
	M.Este 27018 kcal/h	M.Este 1350.9 l/h	M.Este 3.752 (m³/s)	M.Este DN 40 32.6 mm	M.Este 0.449 m/s	M.Este 10 mmCA/m	M.Este 5.7 m	M.Este 1.71 m	M.Este 0.0741 mCA
	M.Oeste 44853 kcal/h	M.Oeste 2242.65 l/h	M.Oeste 6.229 (m³/s)	M.Oeste DN 50 40.8 mm	M.Oeste 0.476 m/s	M.Oeste 8 mmCA/m	M.Oeste 5.7 m	M.Oeste 1.71 m	M.Oeste 0.059 mCA
Montante3 2º Planta - Ático (RAMAL 3)	32433 kcal/h	1621.65 l/h	0.45 (m³/s)						
	M.Este 8146 kcal/h	M.Este 407.31 l/h	M.Este 1.131 (m³/s)	M.Este DN 25 20.4 mm	M.Este 0.346 m/s	M.Este 12 mmCA/m	M.Este 5.5 m	M.Este 1.65 m	M.Este 0.0858 mCA
	M.Oeste 24287 kcal/h	M.Oeste 1214.4 l/h	M.Oeste 3.373 (m³/s)	M.Oeste DN 40 32.6 mm	M.Oeste 0.404 m/s	M.Oeste 7 mmCA/m	M.Oeste 5.5 m	M.Oeste 1.65 m	M.Oeste 0.05 mCA

Tramo Ida + vuelta	Potencia kcal/h	Caudal l/h	Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	Diámetro Int. mm	Velocidad m/s	Perdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equival m	Pérdida de carga Total mCA
Caldera Planta baja - Patinillos Planta baja (RAMAL 1+2+3)	116102 Kcal/h. M.Este 47062 kcal/h M.Oeste 69040 kcal/h	5805.1 l/h M.Este 2353.1 l/h M.Oeste 3452 l/h	16.1 (m ³ /s) M.Este 6.54 (m ³ /s) M.Oeste 9.59 (m ³ /s)	 M.Este DN 50 40.8 mm M.Oeste DN 63 51.4 mm	 M.Este 0.501 m/s M.Oeste 0.462 m/s	 M.Este 8 mmCA/m M.Oeste 6 mmCA/m	 M.Este 36 m M.Oeste 4 m	 M.Este 10.5 m M.Oeste 1.2 m	 M.Este 0.372 mCA M.Oeste 0.0312 mCA
TOTAL									0.891mCA / 891mmCA

Nota: Ver RAMALES en el siguiente apartado.

- **RED DE DISTRIBUCION INDIVIDUAL A RADIADORES VIVIENDA**
- Tramo red individual de distribución. Tabla resumen

Ya que la norma nos dice que el valor de la velocidad del agua que circula por las tuberías debe estar ente 0,3 y 1,5 m/s, utilizando el valor del caudal de los diferentes emisores obtendremos los diámetros de los tramos de tubería. Buscamos el valor normalizado de estos diámetros en una tabla que los relaciona y volvemos a calcular la velocidad con la misma expresión y así obtenemos la velocidad real.

El diámetro de los tubos de polietileno que discurren por la vivienda desde el montante DN 20, fijando la perdida de presión lineal a 330.77 Pa/m < 400 Pa/m tal y como indica la norma y a una temperatura media del agua de 70°C, y salto térmico $\Delta t = 20^\circ\text{C}$, el caudal máximo que se puede transportar es de 445.2 l/h = 0,12 l/s a una velocidad de 0,6 m/s, con este caudal la potencia máxima que se puede transportar es de 8904.38 kcal/h superior a la de cualquier vivienda de la instalación, y tubos de diámetro DN 16 de conexión con los radiadores, fijando la perdida a 234.46 Pa/m < 400 Pa/m con un caudal máximo de 173.91 l/h = 0.051/s y una velocidad de 0.4 m/s , pudiendo transportar una potencia máxima de 3477.97 kcal/h, superior a cualquier radiador de nuestra instalación, por lo que la caída de presión lineal y la velocidad en los tubos siempre serán menores que las fijadas por la norma. Los tubos estarán calorifugados con coquilla elastomérica con espesor variable según el diámetro del tubo.

En las tablas de calculo que se muestran a continuación podemos ver como el diámetro seleccionado cumple con las premisas exigidas.

A continuación se muestran unas tablas obtenidas mediante excel con los caudales, diámetros y velocidades de cada tramo de la instalación. Los tramos de tubería aparecen detallados en el Documento PLANOS del presente proyecto.

○ RAMAL 1: PRIMERA PLANTA

Distribución A	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Cocina	Roca PCCP 600	1148	57,4	1,594	DN 16 = 12.4	0,132
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	610	30,5	0,847	DN 16 = 12.4	0,070
Baño 2	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1607	80,35	2,231	DN 16 = 12.4	0,184
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
TOTAL - A		6598 kcal/h	329,9	9,163	DN 20 = 16.2	0,444

Distribución D	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Cocina	Roca PCCP 600	918	45,9	1,275	DN 16 = 12.4	0,105
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	610	30,5	0,847	DN 16 = 12.4	0,070
Baño 2	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1377	68,85	1,9125	DN 16 = 12.4	0,158
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,6375	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
TOTAL - D		6138 kcal/h	306,9	8,525	DN 20 = 16.2	0,413

Distribución B	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Cocina	Roca PCCP 600	1148	57,4	1,594	DN 16 = 12.4	0,132
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1377	68,85	1,9125	DN 16 = 12.4	0,158
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,6375	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
TOTAL - B		5777 kcal/h	288,85	8,023	DN 20 = 16.2	0,389

Distribución C	Modelo radiador	Potencia (Kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Cocina	Roca PCCP 600	918	45,9	1,275	DN 16 = 12.4	0,105
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1377	68,85	1,9125	DN 16 = 12.4	0,158
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,6375	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
TOTAL - C		5674 kcal/h	283,7	7,880	DN 20 = 16.2	0,382

Distribución E	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Salón - Cocina	Roca PCCP 600	2295	114,75	3,1875	DN 16 = 12.4	0,263
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Hall	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
TOTAL - E		4205 kcal/h	210,25	5,840	DN 20 = 16.2	0,283

Distribución H	Modelo radiador	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Salón - Cocina	Roca PCCP 600	2066	103,3	2,869	DN 16 = 12.4	0,237
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Hall	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
TOTAL - H		3849 kcal/h	192,45	5,345	DN 20 = 16.2	0,259

Distribución F	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Cocina	Roca PCCP 600	1148	57,4	1,594	DN 16 = 12.4	0,132
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1836	91,8	2,55	DN 16 = 12.4	0,211
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,6375	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
TOTAL - F		6110 kcal/h	305,5	8,486	DN 20 = 16.2	0,411

Distribución G	Modelo radiador	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Cocina	Roca PCCP 600	918	45,9	1,275	DN 16 = 12.4	0,105
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1836	91,8	2,55	DN 16 = 12.4	0,211
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,6375	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
TOTAL - G		5880 kcal/h	294	8,166	DN 20 = 16.2	0,396

TOTAL 1º PANTA	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$
RAMAL1	44231 kcal/h	2211.55	61,432

○ RAMAL 2 Y 3 SEGUNDA PLANTA Y ATICO:

Distribución A	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	1009	50,45	1,401	DN 16 = 12.4	0,116
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Baño 1	Roca PT 500	610	30,5	0,847	DN 16 = 12.4	0,070
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Escaleras	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,6375	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
Cocina	Roca PCCP 600	1148	57,4	1,594	DN 16 = 12.4	0,132
Distribuidor	Roca PCCP 300	504	25,2	0,7	DN 16 = 12.4	0,057
Aseo	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1836	91,8	2,55	DN 16 = 12.4	0,211
TOTAL - A		8340 kcal/h (4474) kcal/h (3866) kcal/h	417 223,7 193,3	11,58 6,213 5,369	DN 20 = 16.2	0,561 0,301 0,260

Distribución F	Modelo radiador	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Baño 1	Roca PT 500	610	30,5	0,847	DN 16 = 12.4	0,070
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Escaleras	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
Cocina	Roca PCCP 600	1148	57,4	1,594	DN 16 = 12.4	0,132
Distribuidor	Roca PCCP 300	504	25,2	0,7	DN 16 = 12.4	0,057
Aseo	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1836	91,8	2,55	DN 16 = 12.4	0,211
TOTAL - F		8214 kcal/h (4348) kcal/h (3866) kcal/h	410,7 217,4 193,3	11,408 6,038 5,369	DN 20 = 16.2	0,553 0,292 0,260

Distribución B	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Escaleras	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Hall	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Cocina	Roca PCCP 600	1148	57,4	1,594	DN 16 = 12.4	0,132
Distribuidor	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1836	91,8	2,55	DN 16 = 12.4	0,211
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
TOTAL - B		6740 kcal/h (2369) kcal/h (4371) kcal/h	337 118,45 218,55	9,361 3,290 6,070	DN 20 = 16.2	0,454 0,159 0,294

Distribución E	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	504	25,2	0,7	DN 16 = 12.4	0,057
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Escaleras	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Hall	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,0311
Cocina	Roca PCCP 600	918	45,9	1,275	DN 16 = 12.4	0,105
Distribuidor	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1607	80,35	2,231	DN 16 = 12.4	0,184
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
TOTAL - E		5901 kcal/h (2116) kcal/h (3785) kcal/h	295,05 105,8 189,25	8,195 2,938 5,256	DN 20 = 16.2	0,397 0,142 0,255

Distribución C	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	1009	50,45	1,401	DN 16 = 12.4	0,116
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Escaleras	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
Cocina	Roca PCCP 600	918	45,9	1,275	DN 16 = 12.4	0,105
Distribuidor	Roca PCCP 300	504	25,2	0,7	DN 16 = 12.4	0,057
Aseo	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1836	91,8	2,55	DN 16 = 12.4	0,211
Pasillo	Roca PCCP 600	689	34,45	0,956	DN 16 = 12.4	0,079
TOTAL - C		7955 kcal/h (3756) kcal/h (4199) kcal/h	397,75 187,8 209,95	11,048 5,216 5,831	DN 20 = 16.2	0,536 0,253 0,282

Distribución D	Modelo radiador	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Escaleras	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
Cocina	Roca PCCP 600	1148	57,4	1,594	DN 16 = 12.4	0,132
Distribuidor	Roca PCCP 300	504	25,2	0,7	DN 16 = 12.4	0,057
Aseo	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1607	80,35	2,231	DN 16 = 12.4	0,184
Pasillo	Roca PCCP 600	689	34,45	0,956	DN 16 = 12.4	0,079
TOTAL - D		7703 kcal/h (3503) kcal/h (4200) kcal/h	385,15 175,15 210	10,698 4,865 5,833	DN 20 = 16.2	0,519 0,236 0,283

Distribución G	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	883	44,15	1,226	DN 16 = 12.4	0,101
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Escaleras	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
Cocina	Roca PCCP 600	1377	68,85	1,912	DN 16 = 12.4	0,158
Distribuidor	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Aseo	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	2066	103,3	2,869	DN 16 = 12.4	0,237
TOTAL - G		7577 kcal/h (3504) kcal/h (4073) kcal/h	378,85 175,2 203,65	10,523 4,866 5,656	DN 20 = 16.2	0,510 0,236 0,274

Distribución J	Modelo radiador	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,0724
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Escaleras	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
Cocina	Roca PCCP 600	1377	68,85	1,9125	DN 16 = 12.4	0,158
Distribuidor	Roca PCCP 300	378	18,9	0,525	DN 16 = 12.4	0,043
Aseo	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	2066	103,3	2,869	DN 16 = 12.4	0,237
TOTAL - J		7451 kcal/h (3378) kcal/h (4073) kcal/h	372,55 168,9 203,65	10,348 4,691 5,656	DN 20 = 16.2	0,502 0,227 0,274

Distribución H	Modelo radiador	Potencia radiador (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Cocina	Roca PCCP 600	1148	57,4	1,594	DN 16 = 12.4	0,132
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1836	91,8	02,55	DN 16 = 12.4	0,211
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
TOTAL - H		6110 kcal/h	305,5	8,486	DN 20 = 16.2	0,411

Distribución I	Modelo radiador	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s
Cocina	Roca PCCP 600	918	45,9	1,275	DN 16 = 12.4	0,105
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	757	37,85	1,051	DN 16 = 12.4	0,087
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	630	31,5	0,875	DN 16 = 12.4	0,072
Baño 1	Roca PT 500	271	13,55	0,376	DN 16 = 12.4	0,031
Baño 2	Roca PCCP 300	252	12,6	0,35	DN 16 = 12.4	0,028
Salón-comedor	Roca PCCP 600	1836	91,8	2,55	DN 16 = 12.4	0,211
Pasillo	Roca PCCP 600	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052
Hall						
TOTAL - I		5880 kcal/h	294	8,166	DN 20 = 16.2	0,396

TOTAL 2º PANTA		Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$
RAMAL 2		39438 kcal/h	1971.9	54,77

TOTAL ATICO		Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $\text{m}^3/\text{s} \times 10^{-5}$
RAMAL 3		32433 kcal/h	1621.65	45,05

Para calcular las pérdidas en las tuberías se ha buscado el emisor que se encuentra más alejado de la sala de calderas (y el más próximo), identificamos primero el circuito el montante Este más largo que ha resultado ser el radiador de la planta ático de la vivienda "J". Con la ayuda de un programa informático que dispone de hoja de cálculo obtendremos el valor de la pérdida de carga mCA/m y según la longitud de las tuberías las multiplicaremos por dicha pérdida obteniendo mCA.

La longitud Equivalente consecuencia de los elementos singulares de la instalación será un 30% de la longitud lineal. (Ver red general en el apartado anterior)

Tramo Ida + vuelta montantes	Potencia kcal/h	Caudal l/h	Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻⁴	Diámetro Int. mm	Velocidad m/s	Perdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equival m	Pérdida de carga Total mCA
Caldera Planta baja - Patinillos Planta baja (RAMAL 1+2+3)	116102 Kcal/h.	5805.1 l/h	16.1 (m ³ /s)						
	M.Este 47062 kcal/h	M.Este 2353.1 l/h	M.Este 6.54 (m ³ /s)	M.Este DN 50 40.8 mm	M.Este 0.501 m/s	M.Este 8 mmCA/m	M.Este 36 m	M.Este 10.5 m	M.Este 0.372 mCA
	M.Oeste 69040 kcal/h	M.Oeste 3452 l/h	M.Oeste 9.59 (m ³ /s)	M.Oeste DN 63 51.4 mm	M.Oeste 0.462 m/s	M.Oeste 6 mmCA/m	M.Oeste 4 m	M.Oeste 1.2 m	M.Oeste 0.0312 mCA
Montante1 Planta baja - 1° Planta: (RAMAL 1+2+3)	116102 kcal/h.	5805.1 l/h	16.1 (m ³ /s)						
	M.Este 47062 kcal/h	M.Este 2353.1 l/h	M.Este 6.54 (m ³ /s)	M.Este DN 50 40.8 mm	M.Este 0.501 m/s	M.Este 8 mmCA/m	M.Este 12 m	M.Este 3.6 m	M.Este 0.125 mCA
	M.Oeste 69040 kcal/h	M.Oeste 3452 l/h	M.Oeste 9.59 (m ³ /s)	M.Oeste DN 63 51.4 mm	M.Oeste 0.462 m/s	M.Oeste 6 mmCA/m	M.Oeste 12 m	M.Oeste 3.6 m	M.Oeste 0.0936 mCA
Montante2 1° Planta 2° Planta (RAMAL 2+3)	71871 kcal/h	3593.55 l/h	0.998 (m ³ /s)						
	M.Este 27018 kcal/h	M.Este 1350.9 l/h	M.Este 3.752 (m ³ /s)	M.Este DN 40 32.6 mm	M.Este 0.449 m/s	M.Este 10 mmCA/m	M.Este 5.7 m	M.Este 1.71 m	M.Este 0.0741 mCA
	M.Oeste 44853 kcal/h	M.Oeste 2242.65 l/h	M.Oeste 6.229 (m ³ /s)	M.Oeste DN 50 40.8 mm	M.Oeste 0.476 m/s	M.Oeste 8 mmCA/m	M.Oeste 5.7 m	M.Oeste 1.71 m	M.Oeste 0.059 mCA
Montante3 2° Planta - Ático (RAMAL 3)	32433 kcal/h	1621.65 l/h	0.45 (m ³ /s)						
	M.Este 8146 kcal/h	M.Este 407.31 l/h	M.Este 1.131 (m ³ /s)	M.Este DN 25 20.4 mm	M.Este 0.346 m/s	M.Este 12 mmCA/m	M.Este 5.5 m	M.Este 1.65 m	M.Este 0.0858 mCA
	M.Oeste 24287 kcal/h	M.Oeste 1214.4 l/h	M.Oeste 3.373 (m ³ /s)	M.Oeste DN 40 32.6 mm	M.Oeste 0.404 m/s	M.Oeste 7 mmCA/m	M.Oeste 5.5 m	M.Oeste 1.65 m	M.Oeste 0.05 mCA

- 1º paso consiste en sumar la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde la caldera al primer montante “Este”.
- 2º paso consiste en sumar la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde Planta baja a 1ª planta, que corresponde al primer montante Este”.
- 3º paso consiste en sumar la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde 1ª a 2ª planta, correspondiente al “segundo montante Este”.
- 4º paso consiste en sumar la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde 2ª planta al ático correspondiente al “tercer montante Este”.
- 5º Le sumamos la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde el “tercer montante Este” del ático hasta el radiador más alejado. Como se trata de un circuito bitubular con retorno directo la longitud de ida será igual a la de vuelta, por lo que cada tramo estará reflejado como la suma de ambas.
- Identificamos el tramo más largo y en principio desfavorable del circuito Este.(Vivienda “J”)

Tramo J	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equivalente m	Pérdida de carga Total mCA
1-2	4073	203,65	5,656	DN 20 = 16,2	0,274	17	8	2,4	0,177
2-3	3695	184,75	5,131	DN 20 = 16,2	0,248	15,5	10	3	0,201
3-4	3443	172,15	4,781	DN 20 = 16,2	0,231	15	4	1,2	0,008
4-5	1377	68,85	1,9125	DN 20 = 16,2	0,092	8	5	1,5	0,052
5-rad	1377	68,85	1,9125	DN 16 = 12,4	0,158	8	5	1,5	0,052
Total “J”									0,490
Total Mont.									0,657
Total									1,147

La pérdida de carga total del es de 1,147 mCA. (11248,23 Pa).Circuito largo,
 inferior a la presión máxima de consumo fijada en 500 kPa

- Tramo más favorable del circuito Este. Será en principio aquel cuya longitud de la caldera al radiador, y su vuelta sea la menor.(Vivienda “G”)

Tramo G	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equivalente m	Pérdida de carga Total mCA
1-2	5880	294	8,166	DN 20 = 16,2	0,396	17	16,4	4,92	0,363
2-rad	459	22,95	0,637	DN 16 = 12,4	0,052	3	5	1,5	0,019
Total “G”									0,382
Total Mont.									0,657
Total									1,039

La pérdida de carga total es de 1,039 mCA. (10189,11 Pa). Circuito corto, inferior a la presión máxima de consumo fijada en 500 kPa.

Colocaremos un detentor (válvula que permite el equilibrado) en el retorno del radiador, introduciendo un pérdida de carga de 0.108 mCA.

Realizamos lo mismo para el circuito Oeste.

- Identificamos el tramo más largo y en principio desfavorable del circuito Oeste.(Vivienda “F”)

Tramo F	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equivale m	Pérdida de carga Total mCA
1-2	3866	193,3	5,369	DN 20 = 16.2	0,260	16,2	12	3,6	0,252
2-3	2984	149,2	4,144	DN 20 = 16.2	0,201	14	10	3	0,182
3-4	2488	124,4	3,455	DN 20 = 16.2	0,167	11	10	3	0,143
4-5	1836	91,8	2,55	DN 20 = 16.2	0,123	5	5	1,5	0,032
5-rad	1836	91,8	2,55	DN 16 = 12.4	0,211	8,2	5	1,5	0,053
Total “F”									0.663
Total Mont.									0.234
Total									0,897

La pérdida de carga total es de 0,897 mCA. (8790,6 Pa). Circuito largo, inferior a la presión máxima de consumo fijada en 500 kPa

- Tramo más favorable del circuito Oeste. Será en principio aquel cuya longitud de la caldera al radiador, y su vuelta sea la menor.(Vivienda “D”)

Tramo D	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal $m^3/s \times 10^{-5}$	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equivale m	Pérdida de carga Total mCA
1-2	6138	306,9	8,521	DN 20 = 16.2	0,413	17	16	4,8	0,354
2-rad	459	22,95	0,637	DN 16 = 12.4	0,052	3	5	1,5	0,019
Total “D”									0.373
Total Mont.									0.234
Total									0.607

La pérdida de carga total es de 0,607 mCA. (5948,96 Pa).Circuito corto, inferior a la presión máxima de consumo fijada en 500 kPa.

Colocaremos un detentor (válvula que permite el equilibrado) en el retorno del radiador, introduciendo un pérdida de carga de 0.29 mCA.

No es necesaria la comprobación de la presión para cada uno de los circuitos de la instalación puesto que al comprobar que el radiador más desfavorable y el más favorable cumple con los criterios establecidos anteriormente, el resto de radiadores por formar parte de circuitos intermedios a este van a cumplir también los criterios dados.

PÉRDIDAS DE CARGA PER BARBI SERIE 5,0

Ø	e	INT	VELOCIDAD	CAUDAL		PERDIDA CARGA			POTENCIA KCAL/H SALTO TÉRMICO EN ° C		
			m/s	L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m	10	15	20
12	1,8	8,4	0,4	79,8	0,02	39,49	394,95	3,95	798,01	1.197,02	1.596,03
16	1,8	12,4	0,4	173,9	0,05	23,45	234,46	2,34	1.738,98	2.608,48	3.477,97
20	1,9	16,2	0,4	296,8	0,08	16,47	164,71	1,65	2.968,13	4.452,19	5.936,25
25	2,3	20,4	0,4	470,7	0,13	12,18	121,81	1,22	4.706,66	7.059,99	9.413,32
32	2,9	26,2	0,4	776,3	0,22	8,80	88,04	0,88	7.763,45	11.645,18	15.526,91
40	3,7	32,6	0,4	1.202,0	0,33	6,64	66,44	0,66	12.019,53	18.029,30	24.039,06
50	4,6	40,8	0,4	1.882,7	0,52	4,99	49,87	0,50	18.826,63	28.239,95	37.653,27
63	5,8	51,4	0,4	2.988,0	0,83	3,72	37,19	0,37	29.879,86	44.819,80	59.759,73
75	6,8	61,4	0,4	4.263,7	1,18	2,97	29,71	0,30	42.637,24	63.955,86	85.274,49
90	8,2	73,6	0,4	6.126,4	1,70	2,37	23,66	0,24	61.264,37	91.896,56	122.528,75
12	1,8	8,4	0,6	119,7	0,03	78,32	783,17	7,83	1.197,02	1.795,53	2.394,04
16	1,8	12,4	0,6	260,8	0,07	46,86	468,58	4,69	2.608,48	3.912,72	5.216,95
20	1,9	16,2	0,6	445,2	0,12	33,08	330,77	3,31	4.452,19	6.678,28	8.904,38
25	2,3	20,4	0,6	706,0	0,20	24,58	245,58	2,46	7.059,99	10.589,98	14.119,98
32	2,9	26,2	0,6	1.164,5	0,32	17,82	178,18	1,78	11.645,18	17.467,77	23.290,36
40	3,7	32,6	0,6	1.802,9	0,50	13,49	134,91	1,35	18.029,30	27.043,95	36.058,60
50	4,6	40,8	0,6	2.824,0	0,78	10,16	101,57	1,02	28.239,95	42.359,93	56.479,90
63	5,8	51,4	0,6	4.482,0	1,24	7,60	75,98	0,76	44.819,80	67.229,69	89.639,59
75	6,8	61,4	0,6	6.395,6	1,78	6,08	60,83	0,61	63.955,86	95.933,80	127.911,73
90	8,2	73,6	0,6	9.189,7	2,55	4,85	48,54	0,49	91.896,56	137.844,84	183.793,12
12	1,8	8,4	0,8	159,6	0,04	128,23	1.282,29	12,82	1.596,03	2.394,04	3.192,06
16	1,8	12,4	0,8	347,8	0,10	77,09	770,95	7,71	3.477,97	5.216,95	6.955,94
20	1,9	16,2	0,8	593,6	0,16	54,59	545,85	5,46	5.936,25	8.904,38	11.872,51
25	2,3	20,4	0,8	941,3	0,26	40,62	406,24	4,06	9.413,32	14.119,98	18.826,63
32	2,9	26,2	0,8	1.552,7	0,43	29,55	295,49	2,95	15.526,91	23.290,36	31.053,81
40	3,7	32,6	0,8	2.403,9	0,67	22,42	224,17	2,24	24.039,06	36.058,60	48.078,13
50	4,6	40,8	0,8	3.765,3	1,05	16,91	169,11	1,69	37.653,27	56.479,90	75.306,54
63	5,8	51,4	0,8	5.976,0	1,66	12,67	126,73	1,27	59.759,73	89.639,59	119.519,45
75	6,8	61,4	0,8	8.527,4	2,37	10,16	101,61	1,02	85.274,49	127.911,73	170.548,97
90	8,2	73,6	0,8	12.252,9	3,40	8,12	81,19	0,81	122.528,75	183.793,12	245.057,50
12	1,8	8,4	1,0	199,5	0,06	188,75	1.887,48	18,87	1.995,04	2.992,56	3.990,07
16	1,8	12,4	1,0	434,7	0,12	113,87	1.138,68	11,39	4.347,46	6.521,19	8.694,92
20	1,9	16,2	1,0	742,0	0,21	80,79	807,93	8,08	7.420,32	11.130,47	14.840,63
25	2,3	20,4	1,0	1.176,7	0,33	60,23	602,32	6,02	11.766,65	17.649,97	23.533,29
32	2,9	26,2	1,0	1.940,9	0,54	43,89	438,86	4,39	19.408,63	29.112,95	38.817,27
40	3,7	32,6	1,0	3.004,9	0,83	33,34	333,42	3,33	30.048,83	45.073,25	60.097,66
50	4,6	40,8	1,0	4.706,7	1,31	25,19	251,87	2,52	47.066,59	70.599,88	94.133,17
63	5,8	51,4	1,0	7.470,0	2,07	18,90	189,01	1,89	74.599,66	112.049,49	149.399,32
75	6,8	61,4	1,0	10.859,3	2,96	15,17	151,69	1,52	106.593,11	159.889,66	213.186,22
90	8,2	73,6	1,0	15.316,1	4,25	12,13	121,33	1,21	153.160,94	229.741,40	306.321,87
12	1,8	8,4	1,2	239,4	0,07	259,56	2.595,62	25,96	2.394,04	3.591,07	4.788,09
16	1,8	12,4	1,2	521,7	0,14	156,99	1.569,92	15,70	5.216,95	7.825,43	10.433,91
20	1,9	16,2	1,2	890,4	0,25	111,57	1.115,69	11,16	8.904,38	13.356,57	17.808,76
25	2,3	20,4	1,2	1.412,0	0,39	83,28	832,83	8,33	14.119,98	21.179,96	28.239,95
32	2,9	26,2	1,2	2.329,0	0,65	60,76	607,61	6,08	23.290,36	34.935,54	46.580,72
40	3,7	32,6	1,2	3.605,9	1,00	46,21	462,13	4,62	36.058,60	54.087,90	72.117,19
50	4,6	40,8	1,2	5.648,0	1,57	34,95	349,46	3,49	56.479,90	84.719,86	112.959,81
63	5,8	51,4	1,2	8.964,0	2,49	26,25	262,51	2,63	89.639,59	134.459,39	179.279,18
75	6,8	61,4	1,2	12.791,2	3,55	21,08	210,83	2,11	127.911,73	191.867,59	255.823,46
90	8,2	73,6	1,2	18.379,3	5,11	16,88	168,76	1,69	183.793,12	275.689,68	367.586,25
12	1,8	8,4	1,4	279,3	0,08	340,45	3.404,54	34,05	2.793,05	4.189,58	5.586,10
16	1,8	12,4	1,4	608,6	0,17	206,33	2.063,35	20,63	6.086,45	9.129,67	12.172,89
20	1,9	16,2	1,4	1.038,8	0,29	146,82	1.468,21	14,68	10.388,44	15.582,66	20.776,89
25	2,3	20,4	1,4	1.647,3	0,46	109,71	1.097,09	10,97	16.473,31	24.709,96	32.946,61
32	2,9	26,2	1,4	2.717,2	0,75	80,12	801,25	8,01	27.172,09	40.758,13	54.344,17
40	3,7	32,6	1,4	4.206,8	1,17	60,99	609,92	6,10	42.068,36	63.102,55	84.136,73
50	4,6	40,8	1,4	6.589,3	1,83	46,16	461,60	4,62	65.893,22	98.839,83	131.786,44
63	5,8	51,4	1,4	10.458,0	2,90	34,70	347,03	3,47	104.579,52	156.869,28	209.159,05
75	6,8	61,4	1,4	14.923,0	4,15	27,89	278,88	2,79	149.230,35	223.845,53	298.460,70
90	8,2	73,6	1,4	21.442,5	5,96	22,34	223,35	2,23	214.425,31	321.637,96	428.850,62

Fig 4. catálogo BARBI de Industrial Blansol

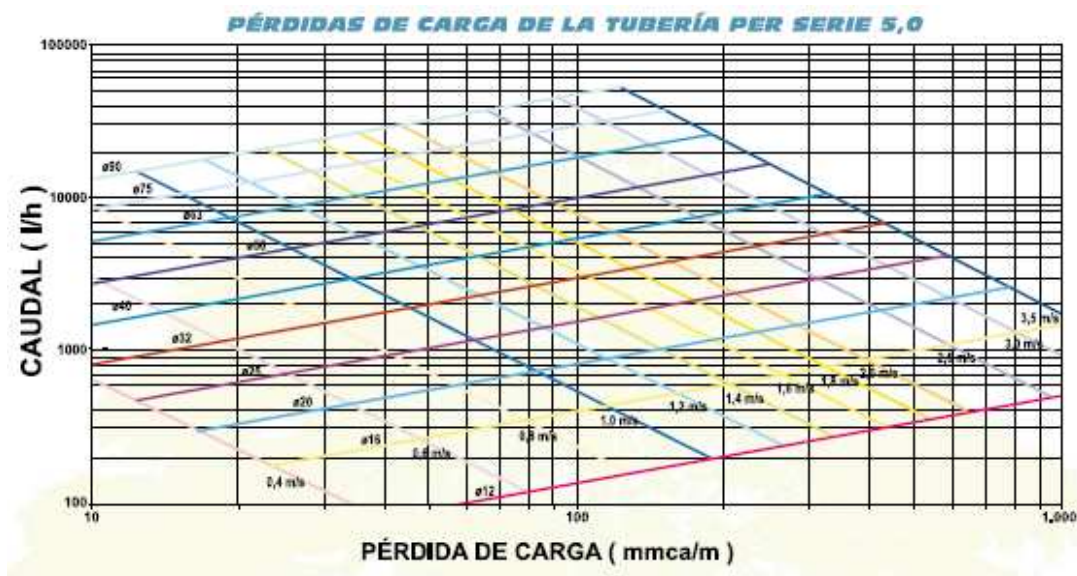


Fig 5. catálogo BARBI de Industrial Blansol

2.5.3 EQUILIBRADO DE LA INSTALACIÓN

Se dice que una instalación está equilibrada desde el punto de vista hidráulico cuando en cualquier parte de la instalación se obtienen los caudales definidos en el proyecto. Al producirse diferentes pérdidas de carga en los diferentes pisos debido a caudales diferentes entre ellos (como consecuencia de diferentes necesidades energéticas) y a que los circuitos no son iguales en todas las casas, el agua tenderá a circular por donde menos resistencia encuentre. Al producirse esta circulación de agua excesiva por algunos tramos, por otros circulará menos agua de la debida, dando esto lugar a un exceso de aporte energético en los primeros y falta de aporte en los segundos.

Para el equilibrado de esta instalación se colocan **detentores** en el retorno en el circuito y unas **válvulas de equilibrado dinámico** de la marca SEDICAL modelo K-Flow. Su característica principal es que se seleccionan de acuerdo a los caudales del proyecto. (Ver punto 2.5.2)

Estas válvulas de equilibrado dinámico mantienen el caudal constante dentro de los límites de regulación independientemente de la presión diferencial en la válvula.. Se seleccionará la válvula correspondiente a DN 20 que corresponde con el fijado en las tuberías que funciona para un rango de caudales de 100 a 2350 l/h.

El Reglamento en España de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) es de obligado cumplimiento y establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía. La instrucción operativa ITE 02.11.2.2 de la RITE establece que es obligatorio colocar **válvulas termostáticas** en todos los radiadores situados en los locales de la vivienda, exceptuando locales como aseos, cuartos de baño, cocinas, vestíbulos y pasillos.

3. INSTALACIÓN ACS - SOLAR

3.1. INSTALACIÓN ACS

El propósito del sistema de producción de agua caliente sanitaria es suministrar a cada aparato de consumo el caudal de agua caliente que demanda, a la temperatura adecuada y en el momento preciso, teniendo en cuenta que ésta se mezcla habitualmente con agua fría. Para usos sanitarios, es necesario calentar el agua fría procedente de la red, que llega a una temperatura que oscila entre los 6 y los 14° C, dependiendo de la zona y la época del año, hasta los 40 ó 45° C, que es la temperatura de uso.

El consumo diario de agua caliente depende de multitud de factores. Entre ellos podemos destacar el uso a que se destina el edificio, las costumbres de sus habitantes, la época del año, incluso el día de la semana. Los valores que se utilizan a continuación son para realizar el cálculo de la demanda prevista. Para determinar el consumo de agua caliente sanitaria para el caso de una vivienda, en la que se prevé la instalación de un acumulador nos basaremos en el consumos diarios en litros para los distintos puntos de consumo.

3.1.1. CÁLCULO DEMANDA ENERGETICA ACS

Lo primero será estimar cuantos habitantes albergara simultáneamente nuestro edificio porque de ello dependen las necesidades de agua caliente sanitaria existentes. Para realizar esta estimación utilizaremos las tablas existentes en el código técnico que nos relacionan el número de dormitorios de cada vivienda con el de personas que la ocupan.

Después deberemos hacer una estimación de ocupación dependiendo del porcentaje de días de estancia en las viviendas. Dado que los cálculos se realizan mes a mes, podría considerarse que en los meses de vacaciones por excelencia (Julio y Agosto) o en algunos otros dependiendo de los hábitos de los ocupantes de las viviendas, el porcentaje de ocupación fuese menor. Sin embargo, como no conocemos los posibles hábitos de los ocupantes del edificio, se ha considerado un 100% todos los meses del año.

○ Cálculo de la demanda

La ocupación total del edificio es:

Ocupación = nº de viviendas × nº personas por vivienda.

Ocupación = 18 × 4 = **72 personas**.

En cuanto al consumo de ACS, se ha considerado una cantidad de 22 litros/persona y día a 60 °C, tal y como establece el CTE tabla 3.1 para el caso de viviendas multifamiliares.

El consumo de ACS para el diseño serán los siguientes:

Consumo diario = Ocupación × litros/persona día.

Consumo diario = $72 \times 22 = 1584$ l/día.

Según el CTE en su documento básico HS4. Para determinar el caudal sumaremos todos los caudales instantáneos de los diferentes puntos de consumo de ACS y les aplicaremos un coeficiente de simultaneidad que lo reduzca, ya que es de suponer que es muy difícil que se abran todos grifos a la vez. El coeficiente se hallará mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

K = Coeficiente de simultaneidad de la vivienda.

n = Número de puntos de consumo de la vivienda.

Caudal instantáneo de agua caliente sanitaria en una vivienda se obtendrá en función del consumo simultáneo probable de los aparatos instalados:

$$Q_v = \frac{1}{\sqrt{n - 1}} \times \Sigma Q_{ap}$$

Q_v = Caudal punta para cada vivienda.

Σ Q_{ap} = Sumatorio del caudal instantáneo de aparatos instalados.

Según el CTE en su documento básico HS4. Tabla 2.1

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

La relación de aparatos alimentados con A.C.S. y caudales de los aparatos para la vivienda más desfavorable es el siguiente:

- 10 viviendas con la siguiente configuración.

Distribución	Aparato	Caudal instantáneo l/s	Nº Unidades	Caudal resultante l/s
Cocina	Fregadero dom.	0.10 l/s	1	0.10 l/s
	Lavavajillas dom.	0.10 l/s	1	0.10 l/s
	Lavadora domestica	0.15 l/s	1	0.15 l/s
Baño 1	Bidé	0.065 l/s	1	0.065 l/s
	Lavabo	0.065 l/s	1	0.065 l/s
	Bañera < 1.4 m	0.15 l/s	1	0.15 l/s
Baño 2	Lavabo	0.065 l/s	1	0.065 l/s
	Ducha	0.10 l/s	1	0.10 l/s
Total			8	0.795 l/s

- 8 viviendas con la siguiente configuración. (Más desfavorable).

Distribución	Aparato	Caudal instantáneo l/s	Nº Unidades	Caudal resultante l/s
Cocina	Fregadero dom.	0.10 l/s	1	0.10 l/s
	Lavavajillas dom.	0.10 l/s	1	0.10 l/s
	Lavadora domestica	0.15 l/s	1	0.15 l/s
Baño 1	Bidé	0.065 l/s	1	0.065 l/s
	Lavabo	0.065 l/s	1	0.065 l/s
	Bañera < 1.4 m	0.15 l/s	1	0.15 l/s
Baño 2	Lavabo	0.065 l/s	1	0.065 l/s
	Ducha	0.10 l/s	1	0.10 l/s
Aseo	lavabo	0.065 l/s	1	0.065 l/s
Total			9	0.86 l/s

Puesto que la diferencia entre viviendas es mínima utilizaremos la más desfavorable para los cálculos.

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

Siendo “n” = 9 aparatos.

K = 0.3535 Coeficiente de simultaneidad.

$$Q_v = \frac{1}{\sqrt{n - 1}} \times \Sigma Q_{ap}$$

ΣQ_{ap} = Sumatorio del caudal instantáneo de aparatos instalados. **0.86 l/s.**

Qv = Caudal punta para cada vivienda. 0.304 l/s.

La simultaneidad del caudal de A.C.S. del edificio se obtendrá de la siguiente expresión:

$$Q_{ed} = \frac{19 + N}{10 \times (N + 1)} \times \Sigma Q_v$$

N = nº de viviendas en el edificio. **18 viviendas.**

ΣQ_v = Sumatorio del caudal punta para todas las viviendas. **(0.304 l/s. × 18 viviendas) = 5.472 l/s = 20671.2 l/h**

Q_{ed} = Caudal punta simultaneo para el edificio. **(0.195 × 5.472 l/s) = 1.066 l/s = 3837.6 l/h**

○ Cálculo potencia de A.C.S

Datos de partida:

- **T_e** = temperatura de entrada en °C: 10 °C.
- **T_u** = temperatura de utilización en °C: 45 °C.
- **T_p** = temperatura de preparación en °C: 60 °C.
- **T_1** = temperatura de entrada 1º Intercambiador en °C: 80 °C.
- **H_p** = tiempo de preparación entre consumos punta (s): 2 h = 7200s.
- **H_c** = duración del consumo punta (s): 15min = 900s.
- **H** = total de consumo en un día: 18 h = 64800s.
- **P_c** = numero de puntas de consumo: 2.
- **C_d** = consumo diario máximo en l/día: **1584 l/día.**
 Para viviendas (de 3 dormitorios = 4 personas.) × 22 l/persona día × 18 viviendas.
- **$Q_{edificio}$** = consumo medio horario de punta en (l/s): **1,066 l/s = 3837.6 l/h**

Documento básico HE . punto 4

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Para el calculo de la potencia térmica para A.C.S., se adopta el método descrito en el Reglamento IT-IC capítulo 4 Anexo 3.

$$P = 4,19 \times \frac{T_u - T_e}{H_p + H_c} \times \left[H_c \times Q_{ed} + (C_d - Q_{ed} \times \sum H_c) \times \frac{H_p}{H - \sum H_c} \right]$$

$$P = 4,19 \times \frac{45 - 10}{7200 + 900} \times \left[900 \times 1,066 + (1584 - 1,066 \times 1800) \times \frac{7200}{64800 - 1800} \right]$$

$$P = 18,06 \text{ kW} = 18063 \text{ W} \times 0.86 = 15533,86 \text{ kcal/h}$$

Considerando unas perdidas en la distribución del 15%, la potencia total útil necesaria será:

$$P = 15533,86 \text{ kcal/h} \times 1.15 = 17863,94 \text{ kcal/h} (\times 1.163) = 20775,76 \text{ W.}$$

Nota: Con esta potencia se satisface las necesidades de A.C.S del edificio aunque la potencia que destina la caldera a este servicio vendrá determinada realmente por el depósito de acumulación que se calcula a continuación.

3.1.2. INTERCAMBIADOR CIRCUITO ACS

Para la transmisión de energía de la caldera al circuito de ACS se adopta un sistema de preparación por medio de un intercambiador de placas de acero inoxidable, Marca COMEVAL, Md. S1-12 TLA, serie S1, para una potencia de **35000 kcal/h.** y un caudal en el primario de 2380 l/h y el secundario de 1000 l/h. Sus características generales son:

- Presión de trabajo: hasta 16 Bar.
- Temperatura primario en °C: 80-69 °C.
- Temperatura secundario en °C: 10-50 °C.
- Pérdida de carga lado caldera: 0.17 bar
- Pérdida de carga A.C.S: 0.057 bar
- Conexiones roscadas 1.".
- superficie: 0,12 m².
- Temperatura max de diseño: 130 °C

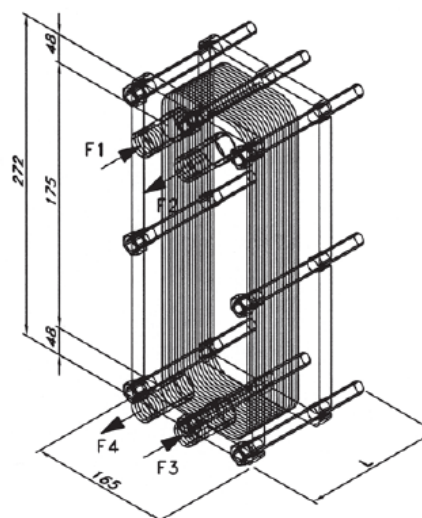


Fig 6. Catálogo COMEVAL.(Ver ANEXO 1)

El agua caliente sanitaria se preparara a 60 °C y el sistema de calentamiento propuesto es capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70 °C de forma periódica para su pasteurización y control de la legionelosis. (RITE - IT 1.1.4.3.1.).

3.1.3. CÁLCULO DEPÓSITO ACUMULACIÓN ACS.

Para el cálculo del volumen de acumulación de A.C.S. se adopta el método existente en el Reglamento IT-IC capítulo 4, Anexo 3. Utilizando como base de partida los parámetros indicados anteriormente, el volumen de acumulación se obtiene por la ecuación:

$$V = \frac{H_p \times H_c}{H_p \times H_c} \times (T_u - T_e) \times \frac{Q_{ed} - \frac{C_d - Q_{ed} \times \sum H_c}{H - \sum H_c}}{T_p - 0,4 \times T_u - 0,6 \times T_e}$$

$$V = \frac{7200 \times 900}{7200 + 900} \times (45 - 10) \times \frac{1,066 - \frac{1584 - 1,066 \times 1800}{64800 - 1800}}{60 - 0,4 \times 45 - 0,6 \times 10} =$$

$$V = 824 \text{ litros.}$$

Otro método alternativo a este consiste en despejar el caudal de acumulación “Qac” de la siguiente expresión:

$$T_p \times Q_{ac} + T_e (Q_{ed} - Q_{ac}) = T_p \times Q_{ed}$$

Te = temperatura de entrada en °C: 10 °C.

Tp = temperatura de preparación en °C: 60 °C.

QEdificio = consumo medio horario de punta en (l/s): **1,066 l/s** = 3837.6 l/h

$$60 \times Q_{ac} + 10 (3837.6 \text{ l/h} - Q_{ac}) = 60 \times 3837.6 \text{ l/h.}$$

$$Q_{ac} = 3282.71 \text{ l/h.}$$

Volumen de acumulación “Vac” será igual al caudal de acumulación por el tiempo de consumo punta Hc. (**Hc** = duración del consumo punta (s): 15min = 900s.)

$$V_{ac} = Q_{ac} \times H_c.$$

$$V_{ac} = 3282.71 \text{ l/h.} \times 0.25\text{h} = \mathbf{820, 68 \text{ litros}}$$

Se proyecta un **deposito acumulador de 1000 l.** de capacidad en previsión de consumos punta, y vaso de expansión cerrado independiente.

La potencia necesaria para calentar ese agua depende del tiempo de preparación y con el volumen del depósito . Este cálculo se realiza considerando un aporte energético solar nulo, ya que en caso de no serlo, el agua procedente del acumulador solar vendría a $T > 10^\circ\text{C}$ y la potencia requerida sería inferior a la que resulta de este cálculo. El tiempo de preparación será de 2 horas para este caso.

$$P_{ac} = V_{ac} \times \Delta T^a \times C_p \times \rho / t.$$

$$P_{ac} = 1000 \times (60 - 10) \times 4,174 \times 0,99 / 2 = 103306,5 \text{ kJ/h.} = 28,69 \text{ kJ/s} =$$

$$P_{ac} = \mathbf{28,69 \text{ kW.} = 24673,4 \text{ kcal/h}}$$

Para el dimensionado de la caldera, destinaremos 31,5 kW en la producción de la misma para el consumo de ACS. (Margen del 10% por posible perdidas).

El depósito cumple la relación altura/diámetro >2 facilitando una mayor estratificación o distribución vertical de las temperaturas del agua, que favorece el rendimiento.

Las características del depósito de acumulación marca LAPESA modelo GEISER INOX GX 1000 RB Con boca de hombre lateral DN 400 son las siguientes:

- Capacidad (l): 1000 litros.
- T^a máxima ($^{\circ}\text{C}$): 90°C .
- Presión máxima (bar): 8 bar.
- Peso en vacío (Kg): 170 kg.
- Diámetro exterior 950 mm.
- Longitud total 2250 mm.

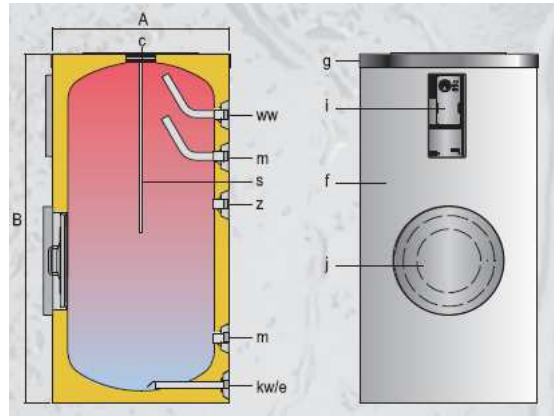


Fig 7 Catálogo LAPESA. Geiser Inox, Acumulación.

Está fabricado en acero inoxidable, aislado térmicamente con espuma PU (poliuretano), inyectado en molde. Libre de CFC y acabado exterior con forro acolchado desmontable (blanco RAL 9016 y cubierta en gris RAL 7021). Posee entrada de A.C.S., entrada de agua fría, conexión entrada lateral, desagüe. Sonda de sensores y panel de control.

3.2. INSTALACION SOLAR

3.2.1 DATOS PREVIOS

○ Cálculo de la demanda

En cuanto al consumo de ACS, se ha considerado una cantidad de 22 litros/persona y día a 60 °C, tal y como establece el CTE DB-HE 4 tabla 3.1 para el caso de viviendas multifamiliares. (4 personas/vivienda)

La ocupación total del edificio es:

Ocupación = nº de viviendas × nº personas por vivienda.

Ocupación = $18 \times 4 = 72$ **personas**.

El consumo de ACS para el diseño serán los siguientes:

Consumo diario = Ocupación × litros/persona día.

Consumo diario = $72 \times 22 = 1584$ **l/día**.

○ Obtención de la contribución solar mínima

La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras serán tales que las pérdidas serán inferiores según la tabla 2.4 del DB HE 4 a:

Pérdidas límite por orientación: 20%

Pérdidas límite por sombras: 15%

Pérdidas límite totales: 30%

La zona climática (conforme a radiación solar se refiere), correspondiente a **Peralta** es la **zona climática III**, Puesto que se escoge entre la referencias: Pamplona zona II y Tudela zona III por tanto se elige la más próxima y adecuada, teniendo en cuenta el consumo de ACS = **1584 l/día**, la contribución solar mínima será del 50%.

○ Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

Ángulo de inclinación β : el ángulo β que forman los paneles con el plano horizontal. En este caso su valor es de 22°. (Inclinación de tejado de cubierta).

Ángulo acimut α : el ángulo α que definido como la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie de los módulos, y el meridiano del lugar.

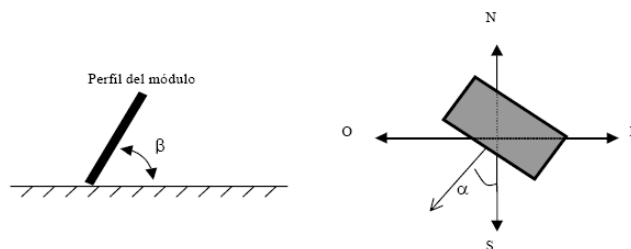


Figura 3.2 Orientación e inclinación de los módulos

En este caso las viviendas se encuentran alineadas sobre los 5° con respecto al sur y se situarán los paneles de forma que el valor de este ángulo sea constante. Los módulos están fijos, es decir, su orientación e inclinación son constantes. El porcentaje de energía con respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación cae dentro de la zona del 95-100%, por lo que se supondrá que pérdida es del 5%, que es el máximo valor del intervalo.

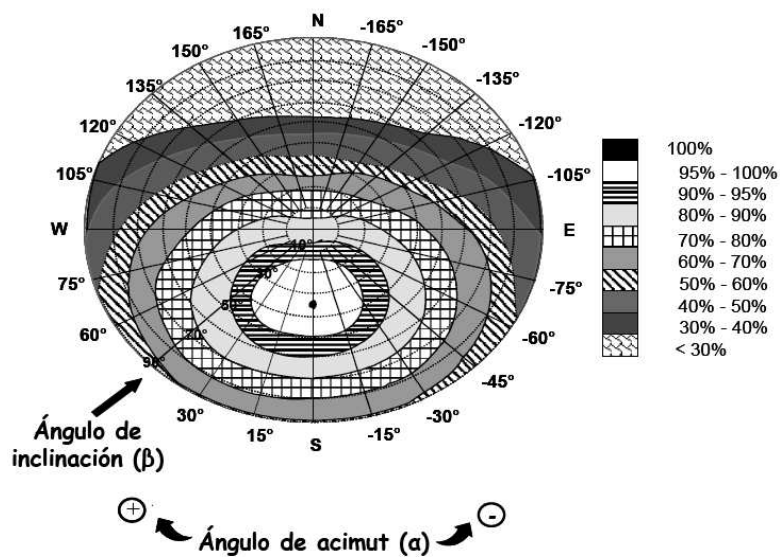


Figura 3.3
 Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

Fig 8.Documento Básico HE 4. (figura 3.3)

○ Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras

Para hallar las pérdidas por sombreado que hacen los diferentes obstáculos sobre los colectores se va a utilizar la figura 3.4 del CTE-DB-HE4 y las tablas del apéndice B.

Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie de no existir obstáculo alguno. El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de

3.2.2. CALCULO CONTRIBUCION SOLAR TERMICA.

Para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica se empleará el método de las curvas f (F-Chart), método recomendado por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) en su pliego de condiciones técnicas, ue permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo período de tiempo.

Ampliamente aceptado como un proceso de cálculo suficientemente exacto para largas estimaciones, no ha de aplicarse para estimaciones de tipo semanal o diario. Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento, en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos. Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar y utilizar la simulación de funcionamiento mediante ordenador, para dimensionar las correlaciones entre estas variables y el rendimiento medio del sistema para un dilatado período de tiempo. La ecuación utilizada en este método puede apreciarse en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

La secuencia que suele seguirse en el cálculo es la siguiente:

1. Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de ACS.
2. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.
3. Calculo del parámetro D_1 .
4. Calculo del parámetro D_2
5. Determinación de la grafica f .
6. Valoración de la cobertura solar mensual.
7. Valoración de la cobertura solar anual.

○ **cargas caloríficas**

Determinan la cantidad de calor necesaria mensual para calentar el agua destinada al consumo doméstico, calculándose mediante la siguiente expresión:

$$Q_a = C_e \times C \times N \times (T_{ac} - T_r)$$

Donde:

Q_a = Carga calorífica mensual de calentamiento de A.C.S. (J/mes).

C_e = Calor específico. Para agua: **4187 J/(kg°C)**.

C = Consumo diario de A.C.S. (l/día). **1584 l/día**.

T_{ac} = Temperatura del agua caliente de acumulación (°C). **60 °C**.

T_r = Temperatura del agua de red (°C).

N = Número de días del mes.

Con esta ecuación, y utilizando los datos que se han obtenido, se consiguen los resultados de la tabla que se presenta a continuación:

Mes	Número de días	T ^a Acumulación °C	T ^a Agua de red °C	Consumo diario l/día	Ocupación %	Carga calorífica mensual kJ/ mes
Enero	31	60	5	1584	100	11307914,6
Febrero	28	60	6	1584	100	10027898,5
Marzo	31	60	8	1584	100	10691119,3
Abril	30	60	10	1584	100	9948312
Mayo	31	60	11	1584	100	10074324
Junio	30	60	12	1584	100	9550379,52
Julio	31	60	13	1584	100	9663127,06
Agosto	31	60	12	1584	100	9868725,5
Septiembre	30	60	11	1584	100	9749345,76
Octubre	31	60	10	1584	100	10279922,4
Noviembre	30	60	8	1584	100	10346244,5
Diciembre	31	60	5	1584	100	11307914,6
Total	365	60				122815228

○ **Cálculo de la radiación solar en la superficie de los captadores**

La energía en Mega Julios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes en Navarra es la siguiente:

Provincia	Navarra (MJ/m ²)
Enero	5,00
Febrero	7,40
Marzo	12,30
Abril	14,50
Mayo	17,10
Junio	18,90
Julio	20,50
Agosto	18,20
Septiembre	16,20
Octubre	10,20
Noviembre	6,00
Diciembre	4,50
Media anual	12,57

Al tener nuestros colectores inclinados 22° respecto de la horizontal, debemos aplicar un **Factor de Corrección K** para superficies inclinadas que representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el Ecuador e inclinada un determinado ángulo y otra horizontal. En nuestro caso, **latitud es de 42,1°**, por lo que nuestro factor de corrección será:

latitud = 42,1 °	Inclinación	22°
	Enero	1,27
	Febrero	1,21
	Marzo	1,15
	Abril	1,09
	Mayo	1,04
	Junio	1,03
	Julio	1,05
	Agosto	1,10
	Septiembre	1,18
	Octubre	1,28
	Noviembre	1,34
	Diciembre	1,32
	Media anual	1,17

El parámetro **D1** expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

D1 = Energía absorbida por el captador / Carga calorífica mensual

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_a = S_c \times F'_{r(\zeta\alpha)} \times R_1 \times N$$

Donde:

S_c = Superficie del captador (m²).

R₁ = Radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área (kJ/m²).

N = Número de días del mes.

F' _r (ζα) = Factor adimensional, que viene dado por la siguiente expresión:

$$F'_{r(\zeta\alpha)} = Fr(\zeta\alpha)_n \times [(\zeta\alpha) / (\zeta\alpha)_n] \times (F'_{r / Fr})$$

Donde:

Fr (ζα)_n = Factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador. En el caso de WAGNER & CO EURO C20 AR = 0,85

(ζα) / (ζα)_n = Modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante: 0,96 (superficie transparente sencilla) o 0,94 (superficie transparente doble). En el caso WAGNER & CO EURO C20 AR = 0,96

F' _r / Fr = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor de 0,95.

Teniendo en cuenta las dos ecuaciones explicadas en este mismo punto se obtendrá tabla que se presenta a continuación:

Mes	Número de días N	Radiación horizontal diaria R ₁ kJ/m ²	Factor de Corrección (inclinación) K	Carga calorífica mensual kJ	Energía absorbida por el captador kJ	D ₁
Enero	31	5000	1,27	11307914,6	5127296,83	0,453
Febrero	28	7400	1,21	10027898,5	6530225,26	0,651
Marzo	31	12300	1,15	10691119,3	11421356,5	1,068
Abril	30	14500	1,09	9948312	12350052,3	1,241
Mayo	31	17100	1,04	10074324	14359660,9	1,425
Junio	30	18900	1,03	9550379,52	15211544,9	1,592
Julio	31	20500	1,05	9663127,06	17380325,1	1,798
Agosto	31	18200	1,10	9868725,5	16165115,4	1,638
Septiembre	30	16200	1,18	9749345,76	14937273	1,532
Octubre	31	10200	1,28	10279922,4	10542045,3	1,025
Noviembre	30	6000	1,34	10346244,5	6282468,86	0,607
Diciembre	31	4500	1,32	11307914,6	4796243,02	0,424
Total	365	12570	1,17	122815228		

El parámetro **D2** expresa la relación entre las pérdidas de energía en el captador, para una determinada temperatura, y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

D2 = Energía perdida por el captador / Carga calorífica mensual.

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c \times F'_{rUL} \times (100 - t_a) \times \Delta t \times K1 \times K2$$

Donde:

S_c = Superficie del captador (m²).

t_a = Temperatura media mensual del ambiente.

Δt = Período de tiempo considerado en segundos (s).

$$F'_{rUL} = F_{rUL} \times (F'_{rUL} / F_{rUL})$$

Donde:

$Fr_{UL} = 3,37 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, es la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador WAGNER & CO EURO C20 AR).

$F'r / Fr$ = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor de 0,95.

K1 = Factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K1 = [\text{kg acumulación} / (75 \times Sc)] E^{-0,25}$$

Lo primero que se va a calcular va a ser el coeficiente K1, cuyo valor es el mismo para todos los meses del año. Teniendo en cuenta que se va utilizar un acumulador de 2000 litros de agua y 14 paneles que dan una superficie total de 33,5 m² el valor de K1 será:

$$= [2000 / 75 \times 33,5] E^{-0,25} = \mathbf{1,059}$$

$$37,5 < (\text{kg acumulación}) / (\text{m}^2 \text{ captador}) < 300 = 59,52 \text{ luego cumple.}$$

K2 = Factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K2 = 11,6 + 1,18 \text{ tac} + 3,86 \text{ tr} - 2,32 \text{ ta} / (100 - \text{ta})$$

Donde:

tac = Temperatura mínima del A.C.S. temperatura acumulación **60° C**

tr = Temperatura del agua de red.

ta = Temperatura media mensual del ambiente.

Mes	Temp. Media Ambiente °C	Temp. Agua de red °C	K 1	K2	Horas de Sol	Energía perdida por el captador kJ	D2
Enero	7	5	1,059	0,918	9,3	10104126,2	0,893
Febrero	7	6	1,059	0,960	10,4	10666730,6	1,063
Marzo	11	8	1,059	0,986	11,7	13053753,5	1,220
Abril	13	10	1,059	1,044	13,3	14864190,2	1,494
Mayo	16	11	1,059	1,044	14,4	16062496,9	1,594
Junio	20	12	1,059	1,029	15	15191796	1,590
Julio	22	13	1,059	1,045	14,7	15238456,3	1,576
Agosto	23	12	1,059	0,978	13,7	13125455,9	1,330
Septiembre	20	11	1,059	0,981	12,2	11776619,2	1,207
Octubre	15	10	1,059	1,014	10,7	11725839,9	1,140
Noviembre	10	8	1,059	1,001	9,6	10639275,9	1,028
Diciembre	8	5	1,059	0,903	9	9512735,97	0,841
Total	14,33	9,25	1,059	0,990			

Para dimensionar la superficie útil total de colectores se sigue lo indicado en la en el Documento Básico HE 4 en su punto 2.1 La instalación se compone de 14 colectores de la marca WAGNER & CO Modelo EURO C20 AR con una superficie útil de 2,39 m², haciendo un total de 33,5 m² de área captadora.

Cumpliendo así lo especificado en el Documento Básico HE Ahorro de Energía Sección 4. Se ha seguido un proceso iterativo para obtener una cobertura solar anual, de al menos un 50%, marcado por el CTE (DB-HE4, Contribución solar mínima), para la zona climática III en la que nos encontramos.

Características	EURO C20-HTF	EURO- C20-AR
Superficie de captador	Superficie de apertura 2,39 m ² según DIN 4757 / superficie bruta 2,61 m ²	
Dimensiones	2151 x 1215 x 110 mm (Largo x Ancho x Alto)	
Rendimiento de captador	$\eta_0 = 81,8 \%$ $k_1 = 3,47 \text{ W/m}^2\text{K}$ $k_2 = 0,0101 \text{ W/m}^2\text{K}^2$ Factores de corrección de ángulo: $k_{dir} = 94 \%$, $k_{diff} = 88 \%$ Producción anual de captador 485 kWh/m ² a (ITW 5 m ²)	$\eta_0 = 85,4 \%$ $k_1 = 3,37 \text{ W/m}^2\text{K}$ $k_2 = 0,0104 \text{ W/m}^2\text{K}^2$ Factores de corrección de ángulo: $k_{dir} = 97 \%$, $k_{diff} = 94 \%$ Producción anual de captador 546 kWh/m ² a (ITW 5 m ²)
Carcasa de captador	Aluminio con aislamiento lateral y trasero de 60 mm de espesor; capacidad calorífica 4,7 kJ/(m ² K)	
Recubrimiento de vidrio	Vidrio solar de seguridad de 4 mm de espesor, Transmisividad $\zeta = 91 \%$	Vidrio solar de seguridad de 4 mm de espesor, recubrimiento antireflexivo Sunarc®, Transmisividad $\zeta = 96 \%$
Absorbedor	Chapa de conducción térmica y tubo de cobre, presión máxima de servicio 10 bar	
Recubrimiento del absorbedor	Recubrimiento en vacío altamente selectivo, $\alpha = 95 \%$, $\varepsilon = 5 \%$	
Contenido del absorbedor/ líquido caloportador	1,3 l / DC20 (Propilenglicol con inhibidores y biodegradable)	
Temperatura de estancamiento	227 °C	232 °C
Conexión del captador	Tubo flexible de acero inoxidable con unión roscada de 1/2", diámetro interior de la vaina de inmersión para el sensor de temperatura 6 mm	
Contraseña de certificación del MINISTERIO DE INDUSTRIA	NPS-2004	NPS-1904
Marcado CE	TÜV-CERT 0036, registro tipo según 97/23 CE (módulo B)	
Peso en vacío	48 Kg	

Fig 9. Catálogo WAGNER & CO. Tecnología solar

Características principales desglosadas:

- Dimensiones: 2.151 × 1.215 × 110 (mm)
- Superficie bruta: 2,6 m²
- Superficie útil: 2,39 m²
- Peso: 48 Kg.
- Rendimiento: 85,4 %
- Producción normalizada: 546 kWh/m² anual
- Conexión hidráulica: 1/2" Rosca macho para junta plana.
- Contenido Agua: 1,3 l
- Factor de eficiencia: 0,85
- Factor de pérdidas: 3,37

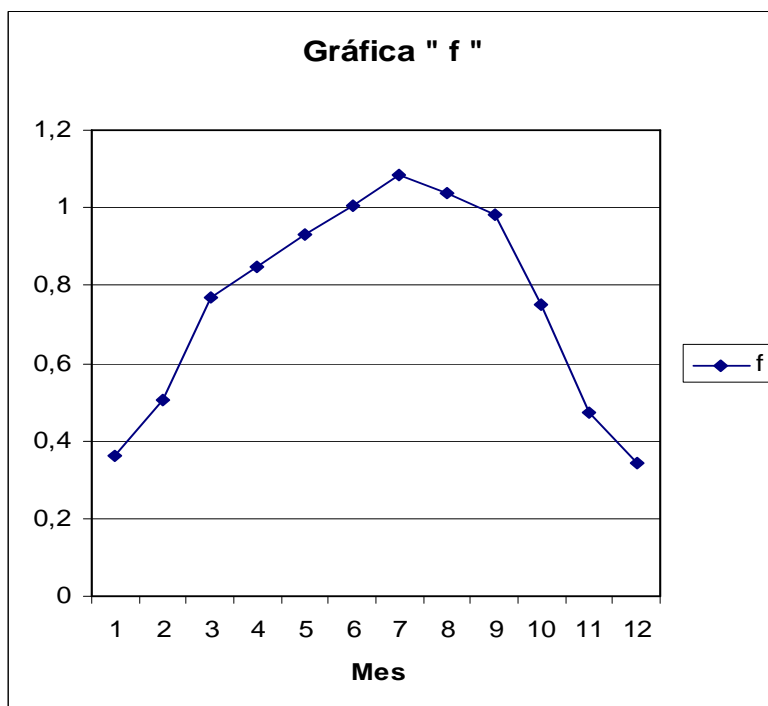
- Material asilamiento: Fibra de vidrio
- Orientación horizontal: **22°**
- Superficie total 14 colectores: **33,5 m²**.

Una vez conocidos los valores **D1** y **D2** se pasa a calcular “**f**”

- o **Determinación de la gráfica “f”:**

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

Mes	D1	D2	f	f %
Enero	0,453	0,893	0,361	36,1
Febrero	0,651	1,063	0,505	50,5
Marzo	1,068	1,220	0,769	76,9
Abril	1,241	1,494	0,847	84,7
Mayo	1,425	1,594	0,932	93,2
Junio	1,592	1,590	1,005	100,5
Julio	1,798	1,576	1,085	108,5
Agosto	1,638	1,330	1,039	103,9
Septiembre	1,532	1,207	0,980	98,0
Octubre	1,025	1,140	0,748	74,8
Noviembre	0,607	1,028	0,474	47,4
Diciembre	0,424	0,841	0,340	34,0



○ **Valoración de la cobertura solar mensual**

Obtenidos los valores de f , el siguiente paso es evaluar la energía útil captada por los paneles solares mes a mes. Para ello basta con aplicar la siguiente relación:

$$Q_u = f \times Q_a$$

Donde:

Q_u = Aporte solar mensual (kJ).

f = Cobertura de necesidades.(puede ser expresada también en %).

Q_a = Energía necesaria mensual para calentamiento de ACS (kJ).

A continuación se muestra el grado de cobertura de la instalación solar. Q_u será la demanda satisfecha por la energía solar. La diferencia entre Q_a y Q_u será satisfecha por el sistema tradicional.

Mes	Energía necesaria mensual Q_a (kJ)	f	Aporte Solar mensual Q_u (kJ)
Enero	11307914,6	0,361	4088548,52
Febrero	10027898,5	0,505	5064359,6
Marzo	10691119,3	0,769	8223660,71
Abril	9948312	0,847	8434970,2
Mayo	10074324	0,932	9390749,08
Junio	9550379,52	1,005	9602428,42
Julio	9663127,06	1,085	10487111,3
Agosto	9868725,5	1,039	10257400,2
Septiembre	9749345,76	0,980	9557166,56
Octubre	10279922,4	0,748	7699361,91
Noviembre	10346244,5	0,474	4907965,59
Diciembre	11307914,6	0,340	3851553,74
total	122815228		91565275,8

○ **Valoración final**

Finalmente, la cobertura solar anual se obtendrá empleando todos los datos mensuales mediante la siguiente expresión:

$$\text{Cobertura solar anual} = \Sigma Q_u \text{ aporte} / \Sigma Q_a \text{ necesaria}$$

Obteniéndose:

$$\text{Cobertura solar anual} = 91565275,8 \text{ (kJ)} / 122815228 \text{ (kJ)} = 0,745$$

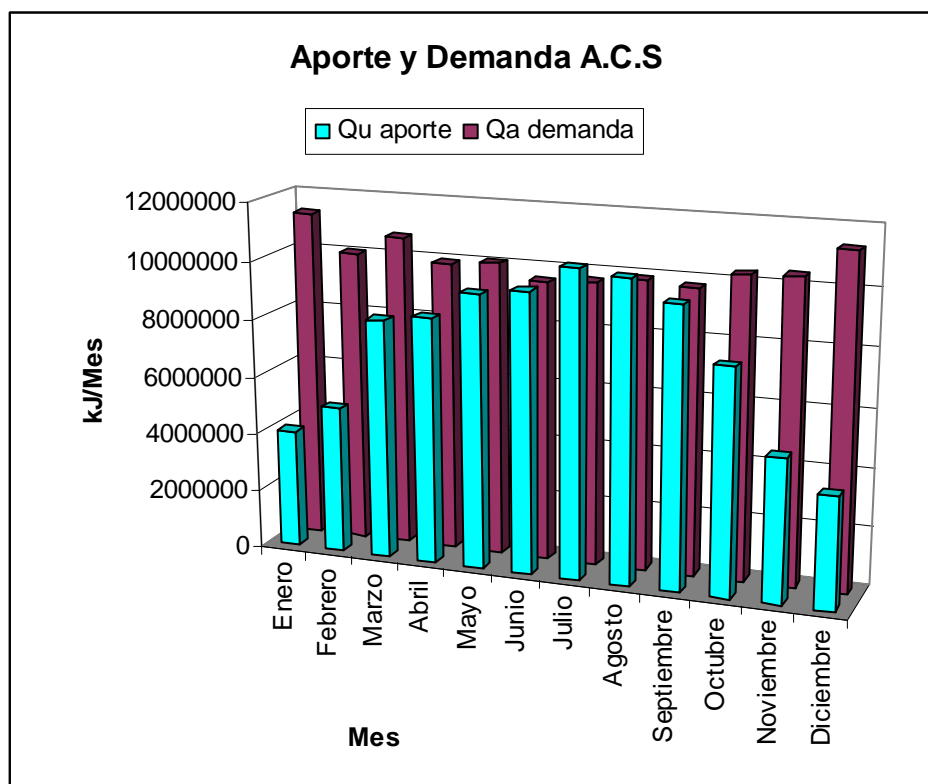
Cobertura solar anual de A.C.S = **74,5 %**

La instalación tendrá una cobertura solar anual del 74,5 %, con una superficie de captación de 33,5 m² lo que equivale a 14 captadores, por lo tanto cumple las especificaciones del CTE en su DB HE 4 en la contribución solar mínima

También se han tenido en cuenta la condición de no superar el 110% de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100%. De este modo, se exponen únicamente los resultados finales de dicho proceso, que suponen la colocación de 14 colectores modelo **EURO C20 AR**, de la marca **WAGNER & CO.**

De acuerdo a la normativa, la cobertura mínima exigida para esta instalación es de 50%, luego la instalación → CUMPLE.

Nota: En los cálculos anteriores se valoró la posibilidad de colocar 13 captadores (en vez de los 14 finales), puesto que la demanda en cuanto a captación solar también sería cubierta, pero la disponibilidad de espacio en cubierta para el montaje y la posibilidad de realizar una instalación más eficiente nos ha llevado a decantarnos por los 14 captadores finales con sus 33,5 m² de superficie total.



3.2.3. CALCULO INTERCAMBIADOR SOLAR.

La potencia mínima de diseño del intercambiador P (W) en función del área de captadores A (m²) cumplirá la condición, según DB HE-4 Punto 3.3.4.

$$P \geq 500 \times A$$

- A = Área de captación = 33,5 m².

- P = Potencia del intercambiador (W).

$$P \geq 500 \times 33,5 = 16750 \text{ W}$$

$$P \geq 16750 \text{ W.} = 14405 \text{ kcal/h}$$

Seleccionamos un intercambiador de placas de acero inoxidable, seleccionado para soportar temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación. Se proyecta un intercambiador marca COMEVAL, Serie S1 mod. S1-9 TLA, con potencia de 23000 kcal/h y caudal suficiente en el primario.

- Presión de trabajo: hasta 16 Bar.
- Temperatura primario en °C: 80-69 °C.
- Temperatura secundario en °C: 10-50 °C.
- Temperatura max de diseño: 130 °C

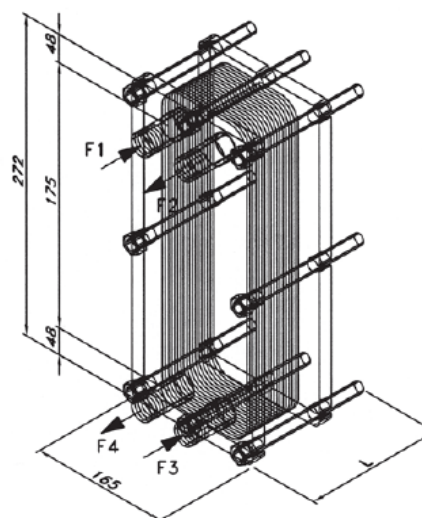


Fig 10. Catálogo COMEVAL.

3.2.4. CALCULO DEPOSITO ACUMULACION SOLAR.

Para el cálculo del volumen de acumulación de A.C.S. proveniente de la energía solar se aplicamos normativa DB HE 4 Punto 3.3.3, en la que describe la siguiente ecuación:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

- A = la suma de las áreas de los captadores (m²) = (33,5 m²).

- V = el volumen de acumulación total = (2000 l).

Se proyecta un depósito de 2000 litros de acumulación, cumpliendo así las necesidades citadas.

$$50 < 2000/33,5 < 180$$

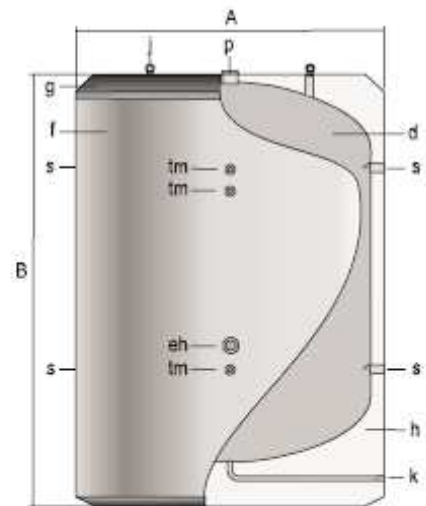
$$50 < 59,60 < 180$$

Con el depósito de **2000 litros**, se CUMPLE la condición.

Nota: Se podría color en su lugar 2 depósitos de 1000 litros aunque por ahorro de espacio se optó por uno de 2000 litros de capacidad.

Las características del depósito de acumulación marca LAPESA modelo MASTER INERCIA MV 2000- I Con boca de hombre lateral DN 400 son las siguientes:

- Capacidad (l): 2000 litros.
- Tª máxima (°C): Hasta 100 °C.
- Presión máxima (bar): 8 bar.



Modelo MV-...I

- d- Depósito acumulador
- f- Forro externo
- g- Cubierta superior
- h- Aislamiento térmico
- j- Cáncamos manipulación

Fig 11 Catálogo LAPESA. Master Inercia,
 Acumulación.

Está fabricado en acero al carbono, aislado térmicamente con espuma PU (poliuretano), 80 mm de espesor, inyectado en molde. Libre de CFC y acabado exterior con forro acolchado desmontable (blanco RAL 9016 y cubierta en gris RAL 7021). Posee entrada de A.C.S, entrada de agua fría, conexión entrada lateral, desagüe. Sonda de sensores y panel de control.

3.2.5. CALCULO VASO DE EXPANSION SOLAR.

- **Volumen de la instalación total (Vt)**

$$V_t = V. \text{ Colectores} + V. \text{ Tuberías} + V. \text{ Intercambiador}$$

Donde:

- Contenido de agua en los colectores: 18.2 l.
- Contenido de agua en tuberías de distribución: 30,26 l.
- Contenido de agua en el intercambiador: 3 l.

$$V_t = 18 + 30,26 + 3 = \mathbf{51,26 \text{ litros.}}$$

El cálculo del vaso de expansión se realiza atendiendo a la siguiente expresión:

$$V_{ex} = (V_t \times C_e + V_{min} + V_{vap}) \times C_p$$

Siendo:

V_{ex} = Volumen total del vaso de expansión (l).

V_t = Contenido total del fluido de trabajo en el circuito (l). 34 litros

C_e = Coeficiente de expansión o dilatación del fluido (agua +glicol 25%)= 0,0319

V_{min} = Contenido mínimo del fluido de trabajo en el vaso de expansión (l) = 4 l.

V_{vap}= Contenido de fluido en el circuito que puede llegar a vaporizar (l). = 11,6 l.

C_p = Coeficiente de presión.

$$C_p = \frac{P_{max} + (h \cdot 0,1)}{[P_{max} + ((h \cdot 0,1) + 1)] - [P_{min} + ((h \cdot 0,1) + 1)]}$$

- Presión atmosférica: 1 bar (10 m.c.a. = 1 bar).
- Presión de tarado de la válvula de seguridad (relativa)= 3,6 bar
- Presión mínima en el vaso de expansión (relativa) = 1,5 bar
- Presión máxima a PM (absoluta) = 4,6 bar (P_{max}).
- Presión mínima P_m (absoluta) = 2,5 bar (P_{min})
- Altura = 12 m.

$$C_p = 2,7619047$$

$$V_{ex} = (V_t \times C_e + V_{min} + V_{vap}) \times C_p$$

$$V_{ex} = (51,26 \times 0,0319 + 4 + 11,6) \times 2,7619047 = 47,61 \text{ litros}$$

Se adopta un vaso de expansión cerrado de membrana de VN 80 litros. (VN Volumen nominal) para una presión de trabajo de 3 bar, Marca Pneumatex, STATICO mod. SD. Diámetro 505 mm.

- Aditivo antihielo hasta un 50%. (Nuestro caso 40%).
- Certificado de examen CE según PED 97/23/EC .
- Vejiga estanca “airproof” de butilo de acuerdo a norma DIN 4807 T3 y a norma interna.
- Temperatura máx. admisible TS 120° C. Temperatura máx. admisible en la vejiga TB 70° C.
- Acero soldado color berylliu.
- Presión máxima admisible 3 bar. Presión mínima admisible 0 bar.



Fig 12. Catálogo Pneumatex. Distribuidor Indelcasa

3.2.6. CALCULO RED DISTRIBUCION INSTALACION SOLAR.

Se instalaran 14 colectores solares en la cubierta. Se realizará un circuitos con una bomba que moverá todo el sistema. El circuito irá unido al intercambiador de placas.

De la sala de calderas partirán el circuito, que discurrirá por el techo del sótano, hasta llegar al patinillo donde subirá a la cubierta.

Las tuberías de distribución de fluido calefactor serán de **cobre rígido**, unidas mediante accesorios, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva como se expone en DB HB 4 punto 3.4.5 disponiéndose de los adecuados dispositivos dilatadores. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm².

En primer lugar se establece el caudal del fluido portador que circulará por el circuito primario (colectores-intercambiador). La normativa DB HB 4 punto 3.3.5.1. Establece que su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s (1,6 l/s de media), por cada 100 metros cuadrados de área de colectores. Para 33,5 m² instalados corresponderían entre 0,4 l/s y 0,67 l/s. Además de esto, el fabricante de los paneles escogidos para el presente proyecto WAGNER & CO da como caudal recomendado para los paneles escogidos 30 l/m² h. Esto da para muestra superficie instalada **0,279 l/s. = 1005 l/h**. Como recomienda el DB HB 4 se escogerá el del fabricante en primer lugar.

El fluido utilizado será **40% glicol 60 % agua**. El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo. Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible

El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes

La velocidad del flujo en los tubos de cobre no debe exceder de 1 m/s y se recomienda que sea de entre 0,3 y 0,5 m/s. En nuestro caso 0,5 m/s. Las tuberías discurrirán por el techo del sótano, patinillos y cubierta del edificio, recubiertas en todo momento con coquilla aislante de conductividad inferior a $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$, resistente a la radiación solar, y espesores de acuerdo a la Norma UNE 100.171-98, para evitar pérdidas térmicas en la tuberías y el deterioro del pavimento.

○ **Dimensionado de la red de tuberías solar**

La pérdida de carga no será superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal. Debe concebirse inicialmente un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

- Tramo red general de distribución entre la **Caldera - montante planta baja y montante planta baja - Cubierta Planta ático:**

El valor del valor del caudal en l/h. = **1005 (l/h) = $2,792 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$** .
 Utilizaremos la siguiente ecuación:

$$Q = V \times S$$

○ **Sección:**

Conocidos el caudal y estimando la velocidad, obtendremos el diámetro de la ecuación siguiente (“v” entorno a 0.5 m/s < 1,5 m/s):

- Conocidos los caudales = 1005 (l/h) = $2,792 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$.
- Estimando una velocidad de (0.5 m/s)

$$S = Q / V = 2,792 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)} / 0,5 \text{ (m/s)} = 5,584 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal } 2,792 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$V =$ velocidad (m/s). entorno a 0.5 m/s

$S = \pi \times (\text{radio})^2$ Nos da una sección de $S = 5,584 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ lo que equivale a un diámetro de 26.66 mm luego cogeremos un tubo de cobre **DN 26/28**

Con los valores de caudal y diámetro interior obtenemos el valor de pérdida de carga en la tabla, (Desarrollo Montante Oeste).

Perdida UNITARIA: 15 mmCA/m < (40 mmCA) = 0.015 mCA/m

Perdida UNITARIA multiplicado por factor de la disolución. $0.015 \text{ mCA/m} \times 1,38 = 0,0207 \text{ mCA/m}$

- Ramal de distribución entre la **Cubierta Planta ático** y la **Batería de colectores. solares**

El valor del valor del caudal en l/h. = **72 (l/h) = $0,2 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$** .
 Utilizaremos la siguiente ecuación:

$$Q = V \times S$$

○ **Sección:**

Conocidos el caudal y estimando la velocidad, obtendremos el diámetro de la ecuación siguiente (“v” entorno a 0.5 m/s < 1,5 m/s):

- Conocidos los caudales = 72 (l/h) = $0,2 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$.
- Estimando una velocidad de (0.5 m/s)

$$S = Q / V = 0,2 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)} / 0,5 \text{ (m/s)} = 0,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal } 0,2 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$V =$ velocidad (m/s). entorno a 0.5 m/s

$S = \pi \times (\text{radio})^2$ Nos da una sección de $S = 0,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ lo que equivale a un diámetro de 7,14 mm luego cogeremos un tubo de cobre **DN 10/12 para conexionar mediante accesorio con los colectores que posee un tubo con unión roscada de 1/2" = 12,7 mm**

Nota: Se descarta el DN 8/10 por tener una pérdida de carga muy elevada que desequilibra el circuito.

Con los valores de caudal y diámetro interior obtenemos el valor de pérdida de carga en la tabla.

Perdida UNITARIA: $13 \text{ mmCA/m} < (40 \text{ mmCA}) = 0.013 \text{ mCA/m}$

Perdida UNITARIA multiplicado por factor de la disolución. $0.013 \text{ mCA/m} \times 1,38 = 0,01794 \text{ mCA/m}$

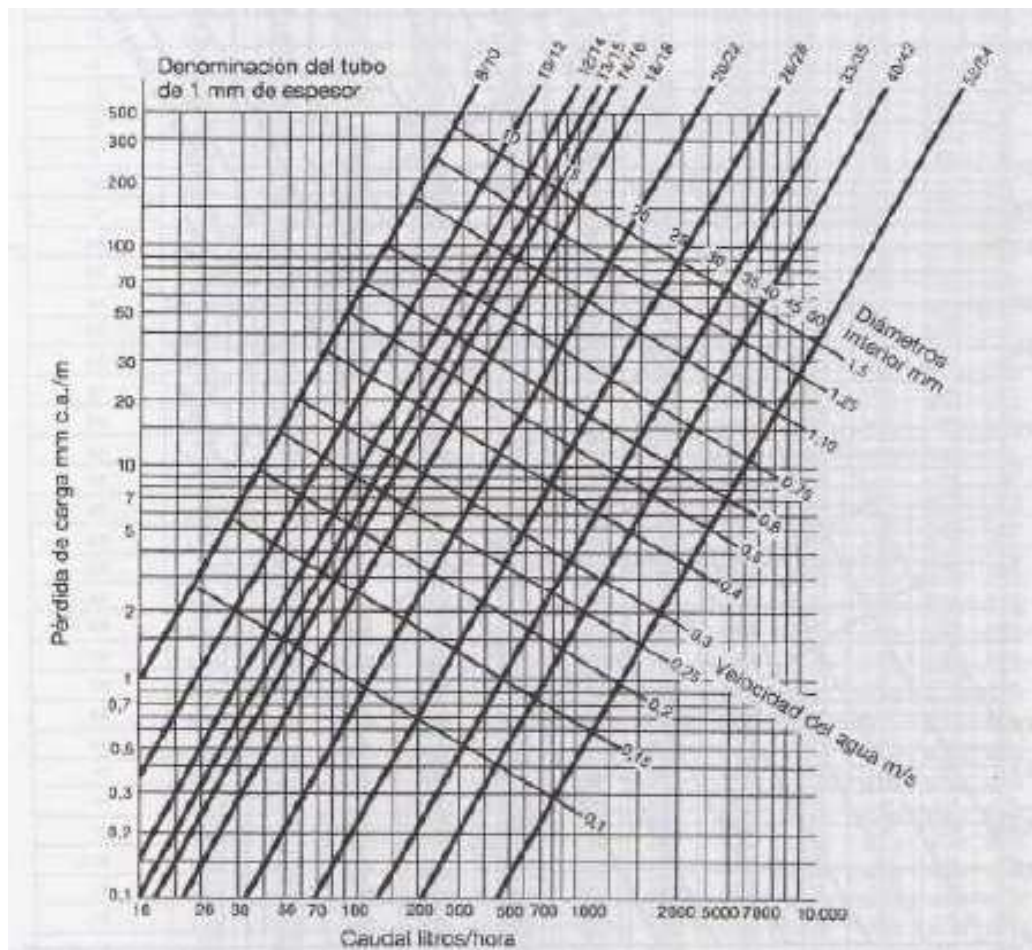


Fig 13. Del Modulo 7 instalaciones de producción del calor. Ciclo formativo Grado Medio.

○ Fluido de trabajo

A diferencia del resto de los circuitos de la presente instalación en los que el fluido que circula por ellos es agua, en el circuito solar circulará una disolución de agua con anticongelante. El fluido utilizado es agua y DC20 Propilenglicol con inhibidores y biodegradable, **40% glicol y 60 % agua.**

Como ya se ha explicado en el documento de la memoria del presente proyecto la disolución presentará un 40% de anticongelante que dará protección a la disolución hasta los -24°C (bajo cero), una temperatura inferior a los -21°C que debe soportar.

Las pérdidas de carga serán mayores que las correspondientes si el fluido de trabajo fuese agua. A esta pérdida de carga se le debe multiplicar por un coeficiente a fin de tener en cuenta que el fluido circulante es una disolución.

Debemos saber que a 1 bar:

- ν = Viscosidad Cinemática del Agua: a 20 °C = $1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 50 °C = $0,553 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

- μ = Viscosidad Dinámica del Agua: 20 °C = $1,002 \times 10^{-3} \text{ kg/m s}$
 50 °C = $0,547 \times 10^{-3} \text{ kg/m s}$

- ρ = Densidad del Agua : 20 °C = $998,2 \text{ kg/m}^3$
 50 °C = $988,0 \text{ kg/m}^3$

Relacionadas con la expresión:

$$\nu = \mu / \rho$$

Para el cálculo del Coeficiente por disolución
 = $\sqrt{(\nu \text{ (viscosidad de disolución)} / \nu \text{ (viscosidad del agua)})}$.

Si tomamos la viscosidad a la temperatura media de trabajo del fluido, es decir, 50°C, el resultado es el siguiente:

Coeficiente por disolución = $\sqrt{(2 \times 10^{-3} / 0,55 \times 10^{-3})} = 1,38$.

3.2.7. CALCULO BOMBAS INSTALACION SOLAR.

Para el cálculo de las bombas del circuito solar necesitamos saber El caudal y pérdidas de cargas totales de la instalación:

- Tramo red general de distribución entre la **Caldera - montante planta baja y montante planta baja - Cubierta Planta ático:**

- El valor del valor del caudal en l/h. = **1005 (l/h) = $2,792 \times 10^{-4} \text{ (m}^3/\text{s)}$.**

- Tubo de cobre **DN 26/28 con rugosidad absoluta 0,0015 mm.**

- V = velocidad (m/s). entorno a 0.6 m/s.

Perdida UNITARIA: $15 \text{ mmCA/m} < (40 \text{ mmCA}) = 0.015 \text{ mCA/m}$

Perdida UNITARIA multiplicado por factor de la disolución. $0.015 \text{ mCA/m} \times 1,38 = 0,0207 \text{ mCA/m}$

Perdida LINEAL: $0.0207 \text{ mCA/m} \times (27,2\text{m}) = 0.563 \text{ mCA}$

- Ramal de distribución entre la **Cubierta Planta ático** y la **Batería de colectores solares**
 - El valor del valor del caudal en l/h. = 72 (l/h) = $0,2 \times 10^{-4}$ (m³/s).
 - V = velocidad (m/s). entorno a 0.4 m/s
 - Tubo de cobre **DN 10/12** con **rugosidad absoluta 0,0015 mm**

Perdida UNITARIA: 13 mmCA/m < (40 mmCA) = 0.013 mCA/m

Perdida UNITARIA multiplicado por factor de la disolución. $0.013 \text{ mCA/m} \times 1,38 = 0,01794 \text{ mCA/m}$

Perdida LINEAL: $0.01794 \text{ mCA/m} \times (30\text{m}) = 0.538 \text{ mCA}$

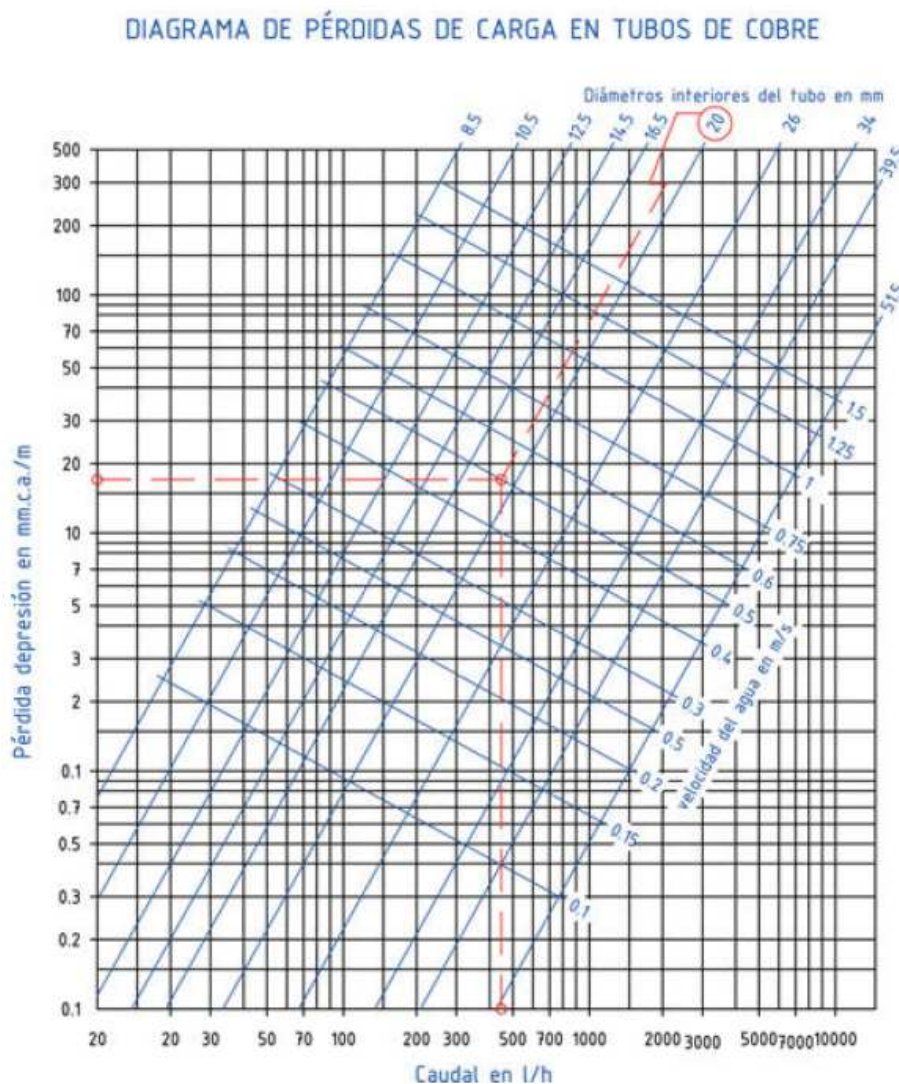


Fig 14. Del Modulo 7 instalaciones de producción del calor. Ciclo formativo Grado Medio.(Ejemplo explicativo en rojo ajeno a nuestros cálculos).

- Tabla resumen del circuito más desfavorable.

Tramo Ida + vuelta montantes	Caudal l/h	Caudal (m ³ /s) ×10 ⁻⁴	Diámetro Int. mm	Velocidad m/s	Perdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equivale m	Pérdida de carga Total mCA
Caldera - montante planta baja	1005 (l/h)	2,792 (m ³ /s).	DN 26/28 26mm	0.6 m/s.	20,7 mmCA/m	4 m	1,2 m	0,1076 mCA
Montante planta baja - Cubierta Planta ático:	1005 (l/h)	2,792 (m ³ /s).	DN 26/28 26mm	0.6 m/s.	20,7 mmCA/m	23,2 m	6,96 m	0,6243 mCA
Cubierta Planta ático - Batería de colectores solares	72 (l/h)	0,2 (m ³ /s).	DN 10/12 10 mm	0.4 m/s	17,94 mmCA/m	60 m	18 m	1,399 mCA
2 captadores WAGNER EURO C20 Conectados Serie	72 (l/h)		Conex. Interna		255 mmCA			0,255 mCA
TOTAL								2,278 mCA 2278 mmCA

Colocando los paneles captadores WAGNER EURO C20 de 2 en 2 en serie las perdidas de carga serán de 255 mmCA por pareja.

Adjuntamos gráfica donde se observan las distintas perdidas de carga en función del número de elementos que coloquemos en serie, hasta un máximo de 4. Nosotros para este proyecto hemos optado por colocar un máximo de 2 paneles en serie por equilibrado dinámico del sistema como por aspecto estético de simetría del edificio.

- La pérdida de carga en los colectores /placas solares colocados en serie viene dado en mbar.
- (1 mbar = 100Pa).
- (1 mCA = 9806,6 Pa).
- pérdidas de carga serán de **225 mmCA** por pareja. Para un caudal de **144l/h**.

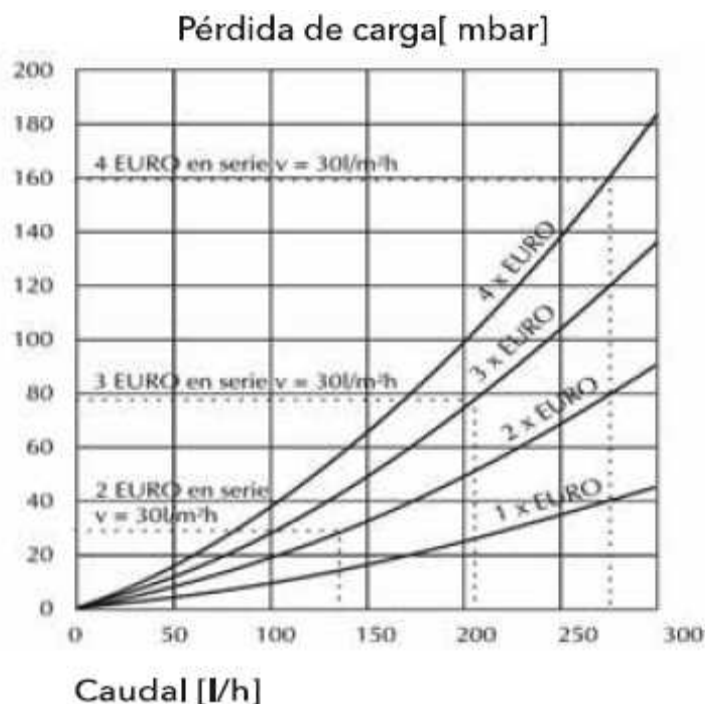


Fig 15. Catálogo WAGNER& CO en su modelo WAGNER EURO C20

Las bombas, en caso de que la instalación sea de circulación forzada, son de tipo recirculación (suele haber dos por circuito), trabajando una la mitad del día, y la pareja, la mitad del tiempo restante.. Si hay dos bombas en funcionamiento, hay la ventaja que en caso de que una deje de funcionar, está la sustituta, de modo que así no se puede parar. El otro motivo a considerar, es que gracias a este intercambio la bomba no sufre tanto, sino que se la deja descansar, enfriar, y cuando vuelve a estar en buen estado (después de las 12 horas) se vuelve a poner en marcha. Esto ocasiona que las bombas puedan alargar durante más tiempo su funcionamiento sin tener que hacer ningún tipo de mantenimiento previo.

En total y tal como se define anteriormente, suele haber 4 bombas, dos en cada circuito. Dos en el circuito primario que bombean el agua de los colectores y las otras dos en el circuito secundario que bombean el agua de los acumuladores, en el caso de una instalación de tipo circulación forzada.

○ Circuito Primario

Datos Requeridos Nuestra instalación		Datos Bomba Suministrada por el fabricante. Funcionamiento 2800 r.p.m	
Caudal l/h	1005 (l/h)	Caudal l/h	1200 l/h
Caudal (m ³ /s)×10 ⁻⁴	2,792 (m ³ /s).	Caudal (m ³ /s)×10 ⁻⁴	3,33 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	1,005 m ³ /h	Caudal m ³ /h	1,2 m ³ /h
Pérdida de carga Total mCA	2,27 mCA	Pérdida de carga Total mCA	3 mCA
		Potencia kW	0,08 kW

Se colocara dos bombas gemelas de rotor seco, colocadas en paralelo, (por los motivos considerados anteriormente), MARCA EBARA. Modelo. LPS 25/08M3. Con una velocidad de funcionamiento de **2800 r.p.m** que se ajusta a las condiciones exigidas.

○ Circuito Secundario

Datos Requeridos en nuestra instalación		Datos Bomba suministrada por el fabricante. Funcionamiento 2800 r.p.m	
Caudal l/h	1005 (l/h)	Caudal l/h	1200 l/h
Caudal (m ³ /s)×10 ⁻⁴	2,792 (m ³ /s).	Caudal (m ³ /s)×10 ⁻⁴	3,33 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	1,005 m ³ /h	Caudal m ³ /h	1.2 m ³ /h
Pérdida de carga Total mCA	2,27 mCA	Pérdida de carga Total mCA	3 mCA
		Potencia kW	0,08 kW

Se colocara dos bombas gemelas de rotor seco, colocadas en paralelo, (por los motivos considerados anteriormente), MARCA EBARA. Modelo. LPS 25/08M3. Con una velocidad de funcionamiento de **2800 r.p.m** que se ajusta a las condiciones exigidas.

3.3. CÁLCULO DE LA CALDERA

Para calcular la potencia total que tiene que suministrar la caldera, se debe hallar la potencia necesaria de calefacción y la necesaria de ACS, ya que la caldera debe suministrar ambas potencias.

La caldera es el elemento encargado de calentar el agua de consumo mediante la combustión de un combustible, en este caso gas natural.

La potencia total de la caldera la obtendremos de la suma de las potencias instaladas.

- Calefacción:

Potencia instalada en emisores = 116102 Kcal/h.= **134678,32 W.(134,68 kW).**

Nota: Los cálculos se encuentran en el apartado 2.5.2 de este documento.

Se estima que la pérdida de calor disipada a través de las tuberías es del 5% de la potencia instalada = 6,73 kW. A la suma de estos valores le daremos un margen de seguridad del 10% y el total nos dará el siguiente valor: **155,55 kW.**

- ACS

A esto hay que sumarle la potencia calorífica necesaria para el ACS. Aunque el ACS tenga apoyo solar, se dimensionara la caldera para satisfacer el 100% de la demanda. Esta potencia ha sido calculada con anterioridad en el apartado 3.1.3 de este documento = **24673,4 kcal/h= 28,69 kW.**

A este resultado le daremos también un margen del 10% por posibles pérdidas que se den en el circuito. Obteniendo un total de **31,56 kW.**

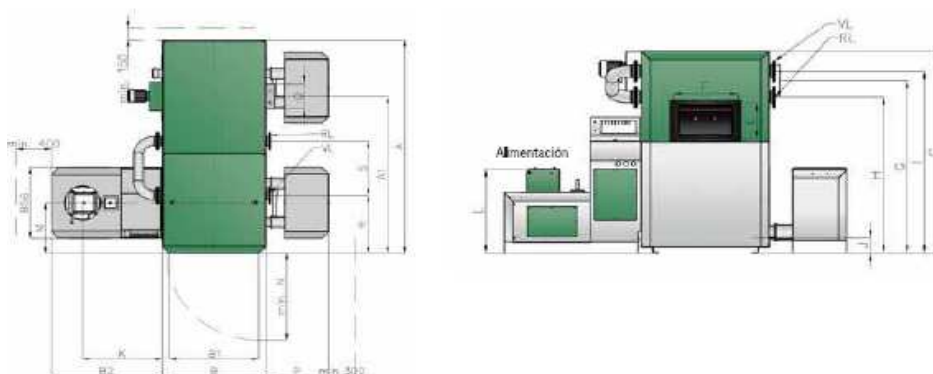
La potencia total de la instalación será:

Potencia total = Potencia calefacción + potencia ACS.

Potencia total = **155,55 kW + 31,56 kW = 187,11 kW**

Se ha escogido la caldera de biomasa de la **marca HERZ. Modelo BIOMATIC HERZ 54- 220.** Con una potencia modulable nominal mínima de 54 kW y máxima de 220 kW.

El rendimiento de la caldera es de 0,9, da un valor de potencia máxima = **198 kW > 187,11 kW** de nuestra instalación, Pudiendo modular la potencia de 48,6 kW a 198 kW y capaz de abastecer la demanda total de nuestra instalación.



○ Características principales

BioMatic		220
Gama de potencias (kW)		54-220
Dimensiones (mm)		
A	Longitud	1948
A1	Longitud hasta eje de salida de humos	1516
B	Anchura	1066
B1	Anchura (sin brida)	862
	Anchura (con brida)	1145
B2	Anchura (módulo introductor)	1262
C	Altura	1803
D	Diámetro del tubo de salida de humos	250
E	Altura puerta de cámara de combustión	340
F	Anchura puerta de cámara de combustión	500
G	Eje del tubo de salida de humos	1481
H	Conexión de retorno (DN) / Altura	80/1335
I	Conexión de impulsión (DN) / Altura	80/1588
J	Conexión de llenado/vaciado ("") / Altura	3/4"/148
K	Eje del sistema RSE	904
L	Altura del sistema RSE	822
M	Frontal de la caldera hasta eje del RSE	539
N	Distancia necesaria para revisiones	min. 900
P	Anchura del contenedor de cenizas	710
R	Distancia al eje de conexión de impulsión	646
S	Distancia horizontal a eje VL-RL	605
Datos técnicos		
Peso de la caldera	kg	2600
Tiro máx./mín. admisible	mbar	0,05/0,15
Presión máxima de trabajo	bar	3
Temperatura máxima de impulsión	°C	90
Contenido de agua	l	500
Conexión eléctrica	V/Hz	
Superficie del intercambiador térmico	m²	16,35
Pérdida de presión lado agua con $\Delta t=20K$	PA	2200
Caudal de agua $\Delta t=20K$	kg/h	9483
Valores de emisiones a plena carga		
Temperatura de los gases de salida	°C	~140
Caudal másico de gases de salida	kg/s	0,122
Concentración de CO2	Vol. %	13,7
Valores de emisiones con carga parcial		
Temperatura de los gases de salida	°C	~80
Caudal másico de gases de salida	kg/s	0,052
Concentración de CO2	Vol. %	7,8

Fig 16. Catálogo HERZ. Modelo BIOMATIC HERZ 54- 220.

Características principales desglosadas:

- Marca: HERZ
- Modelo: BioMatic.
- Potencia útil: **54-220 KW**
- Presión máxima de trabajo: 3 bar
- Presión mínima de trabajo: 1 bar
- Temperatura máxima: 90 °C
- Temperatura mínima retorno: 45 °C
- Rendimiento anual: 90 %
- Capacidad agua: 500 l.
- Dimensiones exteriores: 1.948 x 1.066 x 1.262 mm.
- Conexión de impulsión y retorno: DN 80
- Orificio de llenado/vaciado: 3/4"
- Orificio para chimenea salida de humos: **250 mm.**
- Tiro máximo y mínimo: 0,15 y 0,05 mbar.
- Temperatura de los gases: 140°C a 80 °C.

Las calderas utilizaran como combustible el “pellet” y serán mixtas para calefacción y producción de A.C.S.

Para la producción de la Energía Térmica demandada se proyecta una caldera de biomasa de 220 kW de chapa de acero de marca HERZ. Equipada con sus mandos de regulación y seguridad para la quema de pellets, encendido electrónico, con rampa de pellets, extractor de gases de combustión con presostato de seguridad, controlador de flujo, panel de mandos con interruptor general, con contador horario, termómetro de humos y de agua, cableado eléctrico, etc.

3.3.1. CHIMENEA

El diámetro recomendado según el fabricante de la caldera para la chimenea es de 250 mm.

Se trata de una chimenea modular de acero inoxidable de doble pared y aislamiento intermedio de alta densidad en todo su perímetro, (acero inoxidable /aislante/ acero inoxidable), para que los humos puedan salir a elevada temperatura y no condensar, formada por tramos rectos de 0,95 m., de diámetro **interior 250 mm.**, que conducirá los gases de combustión desde la sala de calderas hasta su extracción en cubierta.

El tramo horizontal de sistema de evacuación, con pendiente hacia el generador de calor, es lo más corto posible. Se dispone de un registro en la parte inferior del conducto de evacuación que permita la eliminación de residuos sólidos y líquidos.

En ningún caso el diseño de la terminación de la chimenea obstaculiza la libre difusión en la atmosfera de los productos de la combustión y sobresaldrá **1 metro** del punto más alto de cubierta del edificio.

La chimenea se compone de los siguientes elementos:

- Adaptador a caldera. Ø250 mm.
- Codo 45°. Ø250 mm.
- Modulo extensible (de 0,55 a 0,9 m). Ø250 mm.
- Angular 135°. Ø250 mm.
- Colector de hollín. Ø250 mm.
- Módulos rectos de 0,95 m. - Ø250 mm
- Longitud total 17 m.
- Modulo final cónico. Ø250 mm.
- Elementos de unión y anclaje:
- Abrazadera unión tubo: 1 cada metro. Ø250 mm.
- Abrazadera a pared: 1 cada 3 metros. Ø250 mm.
- Soporte final . Ø250 mm.

3.3.2. SILO

Para la obtención del volumen del silo se han realizado los siguientes cálculos:

- **Potencia total del edificio**

Potencia total = Potencia calefacción + potencia ACS.

Potencia total = **155,55 kW + 31,56 kW = 187,11 kW = 160914,6 kcal/h**

- **Consumo de combustible**

Potencia / PCI × η = 44,698 kg/h

Donde:

PCI (pellets) = 4000 kcal/kg

η (caldera) = 0,9

El consumo de combustible para el mes más desfavorable suponiendo un funcionamiento de la caldera de 12 h al día será = **536,376 kg/día.**

Finalmente el volumen del silo se calcula en función de todo lo anterior. Para suministrar combustible para un mínimo de un mes (el más largo 31 días) = **16627,65 kg/mes = 17 tn/mes.**

Para el tipo de caldera que utilizaremos BioMatic de 220 kW, se recomienda un silo cuya extracción de combustible sea horizontal, mediante **sinfines** articulados que permiten la utilización de todo el espacio de almacenamiento. Para ello Habilitaremos una zona contigua a la de calderas donde se ubicará un silo para pellets construido de ladrillo.

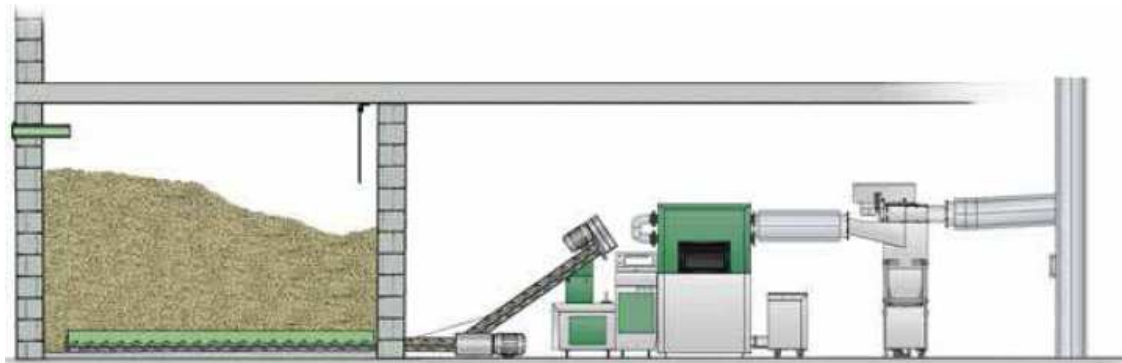


Fig 17 Catálogo HERZ . Para HERZ BioMatic 220kW.

Dimensiones del silo:

- Combustible: 17 tn/mes.
- Densidad pellets: 700 kg/m³.

Por tanto, el volumen del depósito tendrá las siguientes dimensiones de **24,28 m³ = 5,7 m × 2 m × 2,13 m**

3.4. VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN

El deposito de expansión tiene como fin, absorber las dilataciones del agua del circuito. Se colocara un vaso de expansión que evite las variaciones de presión que provocarían esfuerzos en la instalación.

Se debe calcular el contenido de agua de todo el sistema de calefacción lleno. El volumen total de la instalación será:

$$V_t = V. \text{ Caldera} + V. \text{ Tuberías} + V. \text{ Radiadores}$$

- Contenido de agua en la Caldera más tuberías interconexión= 500 l.
- Contenido de agua en las tuberías de distribución general: 113,1 l.
- Contenido de agua en los Emisores y su distribución: 943,2 l.

$$V_t = 500 + 113,1 + 943,2 = 1556,3 \text{ l.}$$

El incremento de volumen por dilatación se calculara según ecuación:

$$V_u = V_t \times F_d$$

Donde:

- V_u = Volumen o capacidad útil.
- V_t = Volumen de agua de la instalación.
- F_d = factor de dilatación del agua según T_a . Media del agua (80 °C) = **0,0296**

$$V_u = 1556,3 \text{ l.} \times 0,0296 = 46,07 \text{ litros}$$

Volumen de los Vasos de Expansión

Responde a la ecuación:

$$V_{ex} = V_u / \eta$$

Siendo:

V_u = Volumen o capacidad útil.

η = coeficiente de utilización = $P_f - P_i / P_f$

- Presión atmosférica: 1 bar (10 m.c.a. = 1 bar).
- Presión de tarado de la válvula de seguridad (relativa)= 3,6 bar
- Presión mínima en el vaso de expansión (relativa) = 1,5 bar

- Presión máxima final a PM (absoluta) = 4,6 bar (Pmax).
- Presión mínima inicial Pm (absoluta) = 2,5 bar (Pmin)

$$\eta = \text{coeficiente de utilización} = P_f - P_i / P_f = 4,6 - 2,5 / 4,6 = \mathbf{0,456}$$

$$\mathbf{V_{ex} = V_u / \eta}$$

$$\mathbf{V_{ex} = 46,07 \text{ litros} / 0,456 = 101,03 \text{ litros}}$$

Se adopta un vaso de expansión cerrado de membrana de VN 140 litros. (VN Volumen nominal) para una presión de trabajo de 3 bar, Marca Pneumatex, STATICO mod. SE.

- Aditivo antihielo hasta un 50%. (Nuestro caso 40%).
- Certificado de examen CE según PED 97/23/EC .
- Vejiga estanca “airproof” de butilo de acuerdo a norma DIN 4807 T3 y a norma interna.
- Temperatura máx. admisible TS 120° C.
- Temperatura máx. admisible en la vejiga TB 70°C.
- Acero soldado color berylliu.
- Presión máxima admisible 3 bar.
- Presión mínima admisible 0 bar.



Fig 18. Catálogo Pneumatex. Distribuidor Indelcasa

3.4.1. VÁLVULA DE SEGURIDAD

La instalación consta de dos válvulas de seguridad, una para calefacción que debe soportar 4 bar de presión y otra para ACS que debe soportar 6 bar de presión.

Para ambos casos se ha escogido la válvula de seguridad modelo SV68M de la marca PNEUMATEX con las siguientes características técnicas:

- Campo de aplicación: Instalaciones de calefacción y ACS
- Presión de trabajo: hasta 10 bar
- Temperatura max. de trabajo: 130 °C

3.5. CALCULO DE LAS BOMBAS DE CIRCULACION

Para solventar las pérdidas de carga producidas en el circuito (resultado de las pérdidas debidas a la longitud de las tuberías en los tramos rectos y las pérdidas debidas a los diferentes elementos componentes de la instalación, como por ejemplo, codos y caldera), es necesario colocar una bomba que nos impulse el fluido por la instalación.

Del apartado 2.5.3. Dimensionado de los tramos (pag. 131-147), obtenemos los datos necesarios para el dimensionado de las bombas de calefacción.

- Bomba de circulación caldera

La bomba de circulación de la caldera requiere un **caudal total = 6,305 m³/h** que corresponde a la suma del montante Este: 2,353 m³/h + montante Oeste 3,452 m³/h + capacidad de la caldera 0,5 m³/h para una pérdida de carga total de 3,744 m.c.a.

Datos Requeridos Nuestra instalación		Datos Bomba Suministrada por el fabricante. Funcionamiento 2800 r.p.m	
Caudal l/h	6305 (l/h)	Caudal l/h	7000 l/h
Caudal (m³/s) × 10 ⁻³	1,75 (m³/s).	Caudal (m³/s) × 10 ⁻³	1,94 (m³/s).
Caudal m³/h	6,305 m³/h	Caudal m³/h	7 m³/h
Pérdida de carga Total mCA	3,744 mCA	Pérdida de carga Total mCA	4 mCA
		Potencia kW	0,25 kW

Se colocará una bomba de rotor seco, MARCA EBARA. Modelo. LPS 40/25M. Con una velocidad de funcionamiento de **2800 r.p.m** que se ajusta a las condiciones exigidas.

- Bomba de circulación circuito montante Este.

La bomba de circulación del montante requiere un caudal que corresponde a la suma del montante Este: 2,353 m³/h para una pérdida de carga total de 1,147 m.c.a.

Datos Requeridos Nuestra instalación		Datos Bomba Suministrada por el fabricante. Funcionamiento 2800 r.p.m	
Caudal l/h	2353,1 (l/h)	Caudal l/h	2500 l/h
Caudal (m ³ /s)×10 ⁻⁴	6,53 (m ³ /s).	Caudal (m ³ /s)×10 ⁻⁴	6,94 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	2,353 m ³ /h	Caudal m ³ /h	2,5 m ³ /h
Pérdida de carga Total mCA	1.147 mCA	Pérdida de carga Total mCA	2 mCA
		Potencia kW	0,08 kW

Se colocara un bomba MARCA EBARA. Modelo. LPS 25/08M. Con una velocidad de funcionamiento de **2800 r.p.m** que se ajusta a las condiciones exigidas.

- Bomba de circulación circuito montante Oeste.

La bomba de circulación para el montante requiere un caudal que corresponde a la suma del montante Este: 3,452 m³/h para una perdida de carga total de 0,897 m.c.a.

Datos Requeridos Nuestra instalación		Datos Bomba Suministrada por el fabricante. Funcionamiento 2800 r.p.m	
Caudal l/h	3452 (l/h)	Caudal l/h	3500 l/h
Caudal (m ³ /s)×10 ⁻⁴	9,58 (m ³ /s).	Caudal (m ³ /s)×10 ⁻⁴	9,72 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	3,452 m ³ /h	Caudal m ³ /h	3,5 m ³ /h
Pérdida de carga Total mCA	0,897 mCA	Pérdida de carga Total mCA	2 mCA
		Potencia kW	0,10 kW

Se colocara un bomba MARCA EBARA. Modelo. LPS 25/10M. igual que la del montante Este, pero moviendo un caudal superior a menos altura Con una velocidad de funcionamiento de **2800 r.p.m** que se ajusta a las condiciones exigidas.

4. SUMINISTRO DE AGUA

Para el dimensionado de la red de tuberías que nos distribuirán tanto el agua caliente como el agua fría a las diferentes viviendas que componen el edificio, se ha seguido en todo momento lo citado en el CTE (Documento Básico HS 4, Suministro de agua). El material elegido para las tuberías es el Polietileno Reticulado.

El circuito primario se compone de la red de tuberías y aparatos que hacen posible el transporte del fluido de trabajo desde la salida del colector hasta el retorno del mismo, tras haber cedido la energía calorífica que aportaba al fluido del circuito secundario por medio de un intercambiador.

La red general de ACS se realizara con tubería de Polietileno Reticulado debidamente calorifugado con coquilla climaflex de 10 mm de espesor mínimo. Las tuberías se dimensionarán de igual manera que las del circuito de calefacción, pero en este caso la velocidad máxima de circulación será de 1,4 m/s.

4.1. CONDICIONES MINIMAS DE SUMINISTRO DE AGUA

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la siguiente tabla 2.1 del CTE DB HS 4 Salubridad:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con sistema	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 100 kPa para grifos comunes.
- 150 kPa para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C . En nuestro caso se ha escogido 60°C

4.2. DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS

El cálculo se realizara con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar.

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado mas desfavorable, que será aquel que cuente con mayor perdida de presión debida tanto al rozamiento como a la altura geométrica. Una vez hayamos determinado el circuito más desfavorable, el dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al siguiente procedimiento:

- El **caudal máximo** de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo a la tabla 2.1. DB HS 4 Salubridad.
- Establecimiento de los **coeficientes de simultaneidad**, según las siguientes tablas.

Nota: Coeficientes de simultaneidad realizadas de mismo modo que en el punto 3.1.1. de este documento, donde se explica con detalle el procedimiento de obtención.

Número de Aparatos	Coeficiente de Simultaneidad	Número de Aparatos	Coeficiente de Simultaneidad	Número de Aparatos	Coeficiente de Simultaneidad
2	1	10	0,3333	18	0,2425
3	0,7071	11	0,3162	19	0,2357
4	0,5773	12	0,3015	20	0,2294
5	0,5	13	0,2886	21	0,2236
6	0,4472	14	0,2773	22	0,2182
7	0,4082	15	0,2672	23	0,2182
8	0,3779	16	0,2581	24	0,2085
9	0,3535	17	0,25	>24	0,2

Número de Viviendas	Coefficiente de Simult.	Número de Viviendas	Coefficiente de Simultaneidad	Número de Viviendas	Coefficiente de Simultaneidad
4	0,46	9	0,28	14	0,22
5	0,4	10	0,2636	15	0,2125
6	0,3571	11	0,25	16	0,2059
7	0,325	12	0,2385	17	0,2
8	0,3	13	0,2286	18	0,1947

- Determinación del **caudal** de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

- Elección de una **velocidad** de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- Tuberías metálicas: Entre 0,5 y 2,0 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: Entre 0,5 y 3,5 m/s. tomaremos 1,4 m/s.

- Obtención del **diámetro** correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad. (Aunque también se puede obtener el diámetro requerido por el método realizado en calefacción, mediante un diámetro inicial y el caudal, observando si se adecua al a la velocidad que deseamos). Ambos métodos son factibles y utilizados en este proyecto, en este apartado nos decantaremos por la primera opción.

4.2.1. DIÁMETRO DE DERIVACIONES A LOS APARATOS

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionaran conforme a lo que se establece en el código técnico de la edificación. El peor caso que se nos presenta es el que alimenta a una bañera de menos 1.4 m, ya que debe abastecer 0,2 l/s de agua fría y 0,15 l/s ACS.

Según la ecuación:

$$Q = V \times S$$

Teniendo en cuenta que hemos tomado una velocidad de 1,4 m/s, el diámetro resultante para esta derivación sería:

Agua Fria: $0,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 13,49 \text{ mm}$.
 Diámetro comercial 16,2 mm = DN 20 PE

A.C.S: $0,15 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 11,67 \text{ mm}$.
 Diámetro comercial 12,4 mm = DN 16 PE

Como se observa en la tabla 4.2. CTE DB HS 4 Salubridad, los diámetros obtenidos son menores que los mínimos exigidos, por lo tanto **tomaremos los valores mínimos**

de la siguiente tabla para la derivación cada uno de los aparatos:

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

4.2.2. DIAMETRO DE ALIMENTACION A CUARTOS HUMEDOS

En el edificio encontramos tres tipos diferentes de cuartos húmedos: baño, cocina y aseo.

○ Baño 1

- Caudal máximo:

Caudal **instantáneo mínimo** según tabla 2.1.

Distribución	Aparato	Caudal instantáneo mínimo l/s A.C.S / Fría	Nº Unidades	Caudal resultante l/s A.C.S / Fría
Baño 1	Bidé	0.065 / 0.10 l/s	1	0.065 / 0.10 l/s
	Lavabo	0.065 / 0.10 l/s	1	0.065 / 0.10 l/s
	Inodoro	- / 0.10 l/s	1	- / 0.10 l/s
	Bañera < 1.4 m	0.15 / 0.20 l/s	1	0.15 / 0.20 l/s
Total			4	0.28 l/s / 0.5 l/s

- Coeficiente de simultaneidad:

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 4 aparatos de **0,5773**.

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

Siendo “n” = 4 aparatos.

K = 0.5773 Coeficiente de simultaneidad.

- Caudal de cálculo:

$$Q_v = \frac{1}{\sqrt{n - 1}} \times \sum Q_{ap}$$

$\sum Q_{ap}$ = Sumatorio del caudal instantáneo de aparatos instalados.
0,5 / 0.28 l/s.

Q_v = Caudal de cálculo **Agua Fría** vivienda = $0,5 \times 0.5773 = 0,288$ l/s.

Q_v = Caudal de cálculo **A.C.S** vivienda = $0,28 \times 0.5773 = 0,162$ l/s

- Elección de la velocidad:

Para tuberías de plásticas se ha elegido una velocidad de 1,4 m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.

- Determinación del diámetro:

$$Q = V \times S$$

Agua Fría = $0,288 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow$ Diámetro = 16,18 mm.
Diámetro comercial 16,2 mm = DN 20 PE

A.C.S = $0,162 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow$ Diámetro = 12,14 mm.
Diámetro comercial 12,4 mm = DN 16 PE

Como se observa en la tabla 4.3, el diámetro mínimo de alimentación a cuarto húmedo privado es de 20 mm, por lo que nuestros diámetros **NO** cumplen con el mínimo exigido, se escogerán tuberías de **Polietileno de Ø int. 20,4 mm. DN 25 PE** para agua fría y de **Ø int. 20,4 mm DN 25 PE** para ACS.

○ **Baño 2**

- Caudal máximo:

Caudal **instantáneo mínimo** según tabla 2.1.

Distribución	Aparato	Caudal instantáneo mínimo l/s A.C.S / Fría	Nº Unidades	Caudal resultante l/s A.C.S / Fría
Baño 2	Lavabo	0.065 / 0.10 l/s	1	0.065 / 0.10 l/s
	Inodoro	- / 0.10 l/s	1	- / 0.10 l/s
	Ducha	0.10 / 0.20 l/s	1	0.10 / 0.20 l/s
Total			3	0.165 l/s / 0,4 l/s

- Coeficiente de simultaneidad:

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 3 aparatos de **0.7071**.

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

Siendo “n” = 3 aparatos.

K = 0,7071 Coeficiente de simultaneidad.

- Caudal de cálculo:

$$Q_v = \frac{1}{\sqrt{n - 1}} \times \sum Q_{ap}$$

$\sum Q_{ap}$ = Sumatorio del caudal instantáneo de aparatos instalados.
 0,4 / 0,165 l/s.

Q_v = Caudal de cálculo **Agua Fría** vivienda = 0,4 × 0,7071 = **0,283 l/s**.

Q_v = Caudal de cálculo **A.C.S** vivienda = 0,165 × 0,7071 = **0,117 l/s**

- Elección de la velocidad:

Para tuberías de plásticas se ha elegido una velocidad de 1,4 m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.

- Determinación del diámetro:

$$Q = V \times S$$

Agua Fría = $0,283 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 16,04 \text{ mm}$.
 Diámetro comercial 16,2 mm = DN 20 PE

A.C.S = $0,117 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 10,32 \text{ mm}$.
 Diámetro comercial 12,4 mm = DN 16 PE

Como se observa en la tabla 4.3, el diámetro mínimo de alimentación a cuarto húmedo privado es de 20 mm, por lo que nuestros diámetros **NO** cumplen con el mínimo exigido, se escogerán tuberías de **Polietileno de Ø int. 20,4 mm. DN 25 PE** para agua fría y de **Ø int 20,4 mm. DN 25 PE** para ACS.

○ **Aseo**

- Caudal máximo:

Caudal **instantáneo mínimo** según tabla 2.1.

Distribución	Aparato	Caudal instantáneo mínimo l/s A.C.S / Fría	Nº Unidades	Caudal resultante l/s A.C.S / Fría
Aseo	Inodoro	- / 0.10 l/s	1	- / 0.10 l/s
	lavabo	0.065 / 0.10 l/s	1	0.065 / 0.10 l/s
Total			2	0.065 l/s / 0,20 l/s

- Coeficiente de simultaneidad:

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 2 aparato de **1**.

- Caudal de cálculo:

Qv = Caudal de cálculo **Agua Fría** vivienda = **0,2 l/s**.

$$Q_v = \text{Caudal de cálculo A.C.S vivienda} = 0,065 \text{ l/s}$$

- Elección de la velocidad:

Para tuberías de plásticas se ha elegido una velocidad de 1,4 m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.

- Determinación del diámetro:

$$Q = V \times S$$

$$\text{Agua Fría} = 0,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 13,49 \text{ mm.}$$

$$\text{Diámetro comercial } 16,2 \text{ mm} = \text{DN 20 PE}$$

$$\text{A.C.S} = 0,065 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 7,69 \text{ mm.}$$

$$\text{Diámetro comercial } 8,4 \text{ mm} = \text{DN 12 PE}$$

Como se observa en la tabla 4.3, el diámetro mínimo de alimentación a cuarto húmedo privado es de 20 mm, por lo que nuestros diámetros **NO** cumplen con el mínimo exigido, se escogerán tuberías de **Polietileno de Ø int. 20,4 mm. DN 25 PE** para agua fría y de **Ø int 20,4 mm. DN 25 PE** para ACS.

○ **Cocina**

- Caudal máximo:

Caudal **instantáneo mínimo** según tabla 2.1.

Distribución	Aparato	Caudal instantáneo mínimo l/s A.C.S / Fría	Nº Unidades	Caudal resultante l/s A.C.S / Fría
Cocina	Fregadero dom.	0.10 / 0.20 l/s	1	0.10 / 0.20 l/s
	Lavavajillas dom.	0.10 / 0.15 l/s	1	0.10 / 0.15 l/s
	Lavadora doméstica	0.15 / 0.20 l/s	1	0.15 / 0.20 l/s
Total			3	0.35 l/s / 0,55 l/s

- Coeficiente de simultaneidad:

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 3 aparatos de **0,707**.

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

Siendo “n” = 3 aparatos.

K = 0,707 Coeficiente de simultaneidad.

- Caudal de cálculo:

$$Q_v = \frac{1}{\sqrt{n - 1}} \times \sum Q_{ap}$$

$\sum Q_{ap}$ = Sumatorio del caudal instantáneo de aparatos instalados.
0,55 / 0,35 l/s.

Q_v = Caudal de cálculo **Agua Fría** vivienda = $0,55 \times 0,707 = 0,389$ l/s.

Q_v = Caudal de cálculo **A.C.S** vivienda = $0,35 \times 0,707 = 0,247$ l/s

- Elección de la velocidad:

Para tuberías de plásticas se ha elegido una velocidad de 1,4 m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.

- Determinación del diámetro:

$$Q = V \times S$$

Agua Fría = $0,389 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 18,81 \text{ mm}$.
Diámetro comercial 20,4 mm = DN 25 PE

A.C.S = $0,247 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 14,99 \text{ mm}$.
Diámetro comercial 16,2 mm = DN 20 PE

Como se observa en la tabla 4.3, el diámetro mínimo de alimentación a cuarto húmedo privado es de 20 mm, por lo que nuestros diámetros cumplen con el mínimo exigido, se escogerán tuberías de **Polietileno de Ø int. 20,4 mm. DN 25 PE** para agua fría y de **Ø int 20,4 mm. DN 25 PE** para ACS.

4.2.3. DIAMETRO DE ALIMENTACION A CADA VIVIENDA

Elegimos la vivienda “J”, como la mas desfavorable por ser la que más pérdidas por rozamiento tiene, al ser sus tuberías más largas que las del resto. Vamos a seguir los pasos descritos anteriormente:

- Caudal máximo:

Caudal **instantáneo mínimo** según tabla 2.1.

Distribución	Aparato	Caudal instantáneo mínimo l/s A.C.S / Fría	Nº Unidades	Caudal resultante l/s A.C.S / Fría
Cocina	Fregadero dom.	0.10 / 0.20 l/s	1	0.10 / 0.20 l/s
	Lavavajillas dom.	0.10 / 0.15 l/s	1	0.10 / 0.15 l/s
	Lavadora doméstica	0.15 / 0.20 l/s	1	0.15 / 0.20 l/s
Baño 1	Bidé	0.065 / 0.10 l/s	1	0.065 / 0.10 l/s
	Lavabo	0.065 / 0.10 l/s	1	0.065 / 0.10 l/s
	Inodoro	- / 0.10 l/s	1	- / 0.10 l/s
	Bañera < 1.4 m	0.15 / 0.20 l/s	1	0.15 / 0.20 l/s
Baño 2	Lavabo	0.065 / 0.10 l/s	1	0.065 / 0.10 l/s
	Inodoro	- / 0.10 l/s	1	- / 0.10 l/s
	Ducha	0.10 / 0.20 l/s	1	0.10 / 0.20 l/s
	Inodoro	- / 0.10 l/s	1	- / 0.10 l/s
Aseo	lavabo	0.065 / 0.10 l/s	1	0.065 / 0.10 l/s
Total			12	0.86 l/s / 1.65 l/s

- Coeficiente de simultaneidad:

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 12 aparatos de **0,3015**.

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

Siendo “n” = 12 aparatos.

K = 0.3015 Coeficiente de simultaneidad.

- Caudal de cálculo:

$$Q_v = \frac{1}{\sqrt{n - 1}} \times \sum Q_{ap}$$

$\sum Q_{ap}$ = Sumatorio del caudal instantáneo de aparatos instalados.
 1,65 / 0.86 l/s.

Q_v = Caudal de cálculo **Agua Fría** vivienda = $1,65 \times 0,3015 = 0,497$ l/s.

Q_v = Caudal de cálculo **A.C.S** vivienda = $0,86 \times 0,3015 = 0,259$ l/s

- Elección de la velocidad:

Para tuberías de plásticas se ha elegido una velocidad de 1,4 m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.

- Determinación del diámetro:

$$Q = V \times S$$

Agua Fría = $0,497 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow$ Diámetro = 21,26 mm.
 Diámetro comercial 26,2 mm = DN 32 PE

A.C.S = $0,259 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow$ Diámetro = 15,35 mm.
 Diámetro comercial 16,2 mm = DN 20 PE

Como se observa en la tabla 4.3, el diámetro mínimo de alimentación de una derivación particular es de 20 mm, por lo que nuestros diámetros cumplen con el mínimo exigido, ya que se escogerán tuberías de **Polietileno de Ø int. 26,2 mm. DN 32 PE** para agua fría y de **Ø int 20,4 mm DN 25 PE** para ACS.

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	1/2
	50 - 250 kW	3/4
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 1/4

4.2.4. DIAMETRO DERIVACION ARMARIO CONTADORES

Debe de conducir al agua para 6 viviendas, 4 viviendas o 2 viviendas por zona, (zona Este y zona Oeste), de cada planta según su disposición. Para apreciar de manera mas detallada el dimensionado de las tuberías del edificio, ir al documento PLANOS.

- Caudal máximo:

$$\text{Agua Friar} = 1,35 \times 6 = 8,1 \text{ l/s}$$

$$\text{A.C.S} = 0,86 \times 6 = 5,16 \text{ l/s.}$$

$$\text{Agua Friar} = 1,35 \times 4 = 5,4 \text{ l/s}$$

$$\text{A.C.S} = 0,86 \times 4 = 3,44 \text{ l/s.}$$

$$\text{Agua Fría} = 1,35 \times 2 = 2,7 \text{ l/s}$$

$$\text{A.C.S} = 0,86 \times 2 = 1,72 \text{ l/s.}$$

- Coeficiente de simultaneidad:

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 12 aparatos de **0,3015**. Que habrá que multiplicar por el coeficiente de simultaneidad del número viviendas.

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 6 viviendas de **0,35**.

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 4 viviendas de **0,46**.

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 2 viviendas de **0,7**.

- Caudal de cálculo:

Q_v = Caudal de cálculo **Agua Fría** vivienda = $8,1 \times 0.30155 \times 0.35 = \mathbf{0,85 \text{ l/s}}$.

Q_v = Caudal de cálculo **A.C.S** vivienda = $5,16 \times 0.3015 \times 0,35 = \mathbf{0,54 \text{ l/s}}$

Q_v = Caudal de cálculo **Agua Fría** vivienda = $5,4 \times 0.3015 \times 0.46 = \mathbf{0,75 \text{ l/s}}$.

Q_v = Caudal de cálculo **A.C.S** vivienda = $3,44 \times 0.3015 \times 0,46 = \mathbf{0,48 \text{ l/s}}$

Q_v = Caudal de cálculo **Agua Fría** vivienda = $2,7 \times 0.3015 \times 0.7 = \mathbf{0,57 \text{ l/s}}$.

Q_v = Caudal de cálculo **A.C.S** vivienda = $1,72 \times 0.3015 \times 0,7 = \mathbf{0,363 \text{ l/s}}$

- Elección de la velocidad:

Para tuberías de plásticas se ha elegido una velocidad de 1,4 m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.

- Determinación del diámetro:

$$Q = V \times S$$

Agua Fría = $0,85 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 27,80 \text{ mm}$.

Diámetro comercial 32,6 mm = DN 40 PE

A.C.S = $0,54 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 22,16 \text{ mm}$.

Diámetro comercial 26,2 mm = DN 32 PE

Agua Fría = $0,75 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 26,12 \text{ mm}$.

Diámetro comercial 32,6 mm = DN 40 PE

A.C.S = $0,48 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 20,89 \text{ mm}$.

Diámetro comercial 26,2 mm = DN 32 PE

Agua Fría = $0,57 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 22,77 \text{ mm}$.

Diámetro comercial 26,2 mm = DN 32 PE

A.C.S = $0,363 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1,4 \text{ m/s} \times S \rightarrow \text{Diámetro} = 18,17 \text{ mm}$.

Diámetro comercial 20,4 mm = DN 25 PE

Se escogerán tuberías de **Polietileno de Ø int. 32,6 mm y 26.2 mm. DN 40 PE y DN 32 PE** para agua fría y de **Ø int 26,2 mm y 20.4 mm. DN 32 PE y DN 25 PE** para ACS. Que cumplen con lo establecido.

4.2.5. DIAMETRO TUBERIAS MONTANTES

El circuito primario se compone de la red de tuberías y aparatos que hacen posible el transporte del fluido de trabajo desde la salida del colector hasta el retorno del mismo, tras haber cedido la energía calorífica que aportaba al fluido del circuito secundario por medio de un intercambiador.

La red general de ACS se realizara con tubería de Polietileno Reticulado debidamente calorifugado con coquilla flexible de espuma elastomérica climaflex de 20 mm de espesor mínimo.

Para determinar la sección minima que deben tener las conducciones, tenemos que tener en cuenta que por lo general las perdidas de carga no deben exceder los 40 mm.c.a./m y la velocidad máxima con la que debe de circular el fluido por el circuito, debe rondar 1,4 m/s.

Para calcular las pérdidas en las tuberías se ha buscado el aparato que se encuentra más alejado de la sala de calderas (y el más próximo), identificamos primero el circuito el montante Este más largo que ha resultado ser el radiador de la planta ático de la vivienda “J”. Con la ayuda de un programa informático que dispone de hoja de cálculo obtendremos el valor de la perdida de carga mCA/m y según la longitud de las tuberías las multiplicaremos por dicha perdida obteniendo mCA.

La longitud Equivalente consecuencia de los elementos singulares de la instalación será un 30% de la longitud lineal. (Ver red general en el apartado anterior)

A continuación mostramos la tabla obtenida para red de distribución general de ACS:

Tramo Ida + vuelta montantes	Coefi. Simult	Caudal Inst. l/h	Caudal Simult. (m ³ /s) × 10 ⁻³	Diámetro Int. mm	Velocidad m/s	Perdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equival m	Pérdida de carga Total mCA
Caldera Planta baja - Patinillos Planta baja	M.Este 0,3 8								
	viviendas	M.Este 24768 l/h	M.Este 2,064 (m ³ /s)	M.Este DN 63 51,4 mm	M.Este 1,4 m/s	M.Este 30 mmCA/m	M.Este 36 m	M.Este 10.5 m	M.Este 1,395 mCA
	M.Oeste 0,2632 10								
	viviendas	M.Oeste 30960 l/h	M.Oeste 2,27 (m ³ /s)	M.Oeste DN 63 51.4 mm	M.Oeste 1,4 m/s	M.Oeste 32 mmCA/m	M.Oeste 4 m	M.Oeste 1.2 m	M.Oeste 0.166 mCA
Montante1 Planta baja - 1º Planta:	M.Este 0,3 8								
	viviendas	M.Este 24768 l/h	M.Este 2,064 (m ³ /s)	M.Este DN 63 51,4 mm	M.Este 1,4 m/s	M.Este 30 mmCA/m	M.Este 12 m	M.Este 3.6 m	M.Este 0,468 mCA
	M.Oeste 0.2632 10								
	viviendas	M.Oeste 330960 l/h	M.Oeste 2,27 (m ³ /s)	M.Oeste DN 63 51.4 mm	M.Oeste 1,4 m/s	M.Oeste 32 mmCA/m	M.Oeste 12 m	M.Oeste 3.6 m	M.Oeste 0.499 mCA

Montante2 1º Planta 2º Planta	M.Este 0,46 4 viviendas	M.Este 12384 l/h	M.Este 1,54 (m³/s)	M.Este DN 50 40,8 mm	M.Este 1,4 m/s	M.Este 38 mmCA/m	M.Este 5.7 m	M.Este 1.71 m	M.Este 0.281 mCA
	M.Oeste 0,3571 6 viviendas	M.Oeste 20160 l/h	M.Oeste 1,84 (m³/s)	M.Oeste DN 50 40,8 mm	M.Oeste 1,4 m/s	M.Oeste 40 mmCA/m	M.Oeste 5.7 m	M.Oeste 1.71 m	M.Oeste 0,296 mCA
Montante3 2º Planta - Ático	M.Este 0.7 2 Bis viviendas	M.Este 3096 l/h	M.Este 0,602 (m³/s)	M.Este DN 40 32,6 mm	M.Este 1,0 m/s	M.Este 33 mmCA/m	M.Este 5.5 m	M.Este 1.65 m	M.Este 0,236 mCA
	M.Oeste 0,4472 6 Bis viviendas	M.Oeste 6696 l/h	M.Oeste 0,83 (m³/s)	M.Oeste DN 40 32,6 mm	M.Oeste 1,4 m/s	M.Oeste 39 mmCA/m	M.Oeste 5.5 m	M.Oeste 1.65 m	M.Oeste 0,289 mCA

- 1º paso consiste en sumar la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde la caldera al primer montante “Este”.
- 2º paso consiste en sumar la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde Planta baja a 1ª planta, que corresponde al primer montante Este”.
- 3º paso consiste en sumar la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde 1ª a 2ª planta, correspondiente al “segundo montante Este”.
- 4º paso consiste en sumar la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde 2ª planta al ático correspondiente al “tercer montante Este”.
- 5º Le sumamos la pérdida de carga correspondiente al tramo que va desde el “tercer montante Este” del ático hasta el aparato más alejado.
- Identificamos el tramo más largo y en principio desfavorable del circuito Este.(Vivienda “J”. Aparato: Lavabo).

Tramo J	Coefi. Simult.	Caudal Inst l/h	Caudal Simult $\times 10^{-3}$ m ³ /s	Diámetro mm	Velocidad m/s	Perdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equival m	Perdida de carga Total mCA
1-2	0,5	1494	0,2075	DN 25 = 20,4	1,4	47	2	0,6	0,112
2 - lavabo	1	234	0,065	DN 25 = 20,4	1,4	15.4	5	1,5	0,1
Total "J"									0.161
Total Mont.									2,38
Total									2,591

La pérdida de carga total del es de 2,591 mCA. (25391,8 Pa). Circuito largo,
 inferior a la presión máxima de consumo fijada en 500 kPa

Realizamos lo mismo para el circuito Oeste.

- Identificamos el tramo más largo y en principio desfavorable del circuito Oeste.(Vivienda "D". Aparato: lavabo)

Tramo F	Potencia (kcal/h)	Caudal l/h	Caudal m ³ /s	Diámetro mm	Velocidad m/s	Perdida de carga mmCA/m	L. Lineal m	L. Equival m	Perdida de carga Total mCA
1-2	0,5	1494	0,2075	DN 25 = 20,4	1,4	47	1	0,3	0,061
2 - lavabo	1	234	0,065	DN 25 = 20,4	1,4	15.4	8	1,5	0,146
Total "D"									0,207
Total Mont.									1,25
Total									1,457

La pérdida de carga total es de 1,457 mCA. (14278,6 Pa). Circuito largo,
 inferior a la presión máxima de consumo fijada en 500 kPa

No es necesaria la comprobación de la presión para cada uno de los circuitos de la instalación puesto que al comprobar que el aparato más desfavorable cumple con los criterios establecidos anteriormente, el resto de aparatos del A.C.S por formar parte de circuitos intermedios a este van a cumplir también los criterios dados.

Las montantes de agua fría se calcularán de forma análoga a las de A.C.S con tubos de polietileno reticulado DN 63, DN 50, de diámetro adecuado al caudal a portar.

Nota: Los tramos correspondiente a la vuelta se han calculado con las montantes de retorno de A.C.S, cuyo cálculo se expone a continuación.

4.2.6 RED DE RETORNO A.C.S

El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

- Considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4. del DB HS 4.

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS	
Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

El Caudal máximo del agua de alimentación es de 15602,4 l/h = 4,33 l/s, si aplicamos el 10%, nos queda un caudal de 1560,24 l/h = 0,433 l/s que habrá que dividir entre las dos montantes. Montante **Este: 743,04 l/h = 0,2064 l/s** y montante **Oeste: 817,2 l/h = 0,227 l/s** que les corresponderán un diámetro nominal de tubería según la tabla 4.4 de 1 ¼ = 31,75 mm. Corresponde con un tubo de Polietileno Reticulado Ø int. 32,6 mm. DN 40 PE.

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador.

- La pérdida de carga de la tubería es de 30mmCA/m. Velocidad 1m/s.
- La longitud de la tubería de retorno lineal + equiv es de 42 m. y 23,53 m

La pérdida de carga max. Este será de 30mmCA/m × 42 m = 1260 mmCA = 1,26 mCA que equivale a 12348 Pa.

La pérdida de carga max. Oeste será de 30mmCA/m × 23,53 m = 705.9 mmCA = 0,705mCA que equivale a 6917,83 Pa.

4.3. CALCULO DE BOMBAS DE CIRCULACION

Para solventar las pérdidas de carga producidas en el circuito, es necesario colocar una bomba que nos impulse el fluido por la instalación.

El circuito de ACS consta de: Bomba primario ACS, bomba secundario ACS, grupo de presión ACS y bombas recirculación retorno ACS.

- Bomba de circulación Primario

Es la bomba que se colocara entre la caldera y el intercambiador de ACS:

Datos Requeridos Nuestra instalación		Datos Bomba Suministrada por el fabricante. Funcionamiento 2800 r.p.m	
Caudal l/h	2380 (l/h)	Caudal l/h	2500 l/h
Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	0,66 (m ³ /s).	Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	0,69 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	2,38 m ³ /h	Caudal m ³ /h	2,5 m ³ /h
Peridida de carga Total mCA	1,73 mCA	Peridida de carga Total mCA	2 mCA
		Potencia kW	0,08 kW

Se colocara un bomba MARCA EBARA. Modelo. LPS 25/08M2. Con una velocidad de funcionamiento de **2800 r.p.m** que se ajusta a las condiciones exigidas.

- Bomba de circulación Secundario

Es la bomba que se colocara entre el intercambiador y el deposito de acumulador

Datos Requeridos Nuestra instalación		Datos Bomba Suministrada por el fabricante. Funcionamiento 2800 r.p.m	
Caudal l/h	1000 (l/h)	Caudal l/h	2500 l/h
Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	0,27 (m ³ /s).	Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	0,69 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	1 m ³ /h	Caudal m ³ /h	2,5 m ³ /h
Peridida de carga Total mCA	1,73 mCA	Peridida de carga Total mCA	2 mCA
		Potencia kW	0,08 kW

Se colocara un bomba MARCA EBARA. Modelo. LPS 25/08M2. Con una velocidad de funcionamiento de **2800 r.p.m** que se ajusta a las condiciones exigidas.

- Grupo de presión circuito A.C.S.

La bomba de circulación del circuito **Este**, requiere un caudal que corresponde a la suma del montante y derivaciones: 7,43 m³/h para una pérdida de carga total de 2,59 m.c.a.

Datos Requeridos Nuestra instalación	
Caudal l/h	7430,4 (l/h)
Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	2,064 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	7,430 m ³ /h
Peridida de carga Total mCA	2,59 mCA

La bomba de circulación para el circuito **Oeste**, requiere un caudal que corresponde a la suma del montante y derivaciones: 8,172 m³/h para una pérdida de carga total de 1,457 m.c.a.

Datos Requeridos Nuestra instalación	
Caudal l/h	8172 (l/h)
Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	2,27 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	8,172 m ³ /h
Peridida de carga Total mCA	1,457 mCA

Es la bomba que mueve todo el circuito de distribución de ACS. Se estudia instalar un grupo de presión con variador, homologado por la mancomunidad de aguas de Pamplona, marca **EBARA modelo HIDRO-INVERTER**, compuesto por un grupo de dos bombas de AP-HI 120/15-2 de 1.10 kW con variadores de frecuencia para suministrar un caudal máximo de 17 m³/h a una altura de 31m. El variador regula el equipo para que trabaje con el caudal necesario de manera simultanea tanto del circuito Este como el del Oeste y la altura manométrica requerida. Presión máxima de las bombas 303800 Pa > 39670,4 Pa que demanda el circuito.

○ **Composición**

- 2 Bombas verticales biturbina fabricadas en ACERO INOXIDABLE serie 2CDX.
- Unidad de control HIDRO INVERTER.
- Depósito hidroneumático de 20 litros, con válvula de aislamiento.
- Manómetro.
- Válvulas de corte y retención por bomba.
- Colector común de impulsión.
- Bancada metálica.



Fig 13. Catálogo EBARA modelo HIDRO-INVERTER

○ **Características principales**

- Pantalla LCD para información estado bombas.
- Manómetro digital.
- Pulsador START/STOP para el control manual de bombas.
- Variador de frecuencia para la gestión de la primera bomba (bomba pilotada).
- Relés de potencia para la gestión de las bombas auxiliares (modelos de 2 bombas).
- Sistema de control y protección de las bombas contra sobreintensidades.
- Sistema de protección contra el funcionamiento de las bombas sin agua, por señal de regulador de nivel o presostato
- Función ART (autoreset) para rearme automático en caso de alarma por falta de agua.
- Indicador luminoso de presencia de tensión (LINE).
- Indicador luminoso de funcionamiento para cada bomba (ON).
- Indicador luminosos de fallo (FAILURE).
- Transductor de presión interno.
- Teclado de acceso a menú programación.
- Medidas aproximadas en cm (alto x ancho x fondo): Con 2 bombas (130 x 55 x 40).

- Bomba retorno A.C.S. Circuito Este./ Circuito Oeste

Es la bomba que se colocará en el circuito correspondiente al retorno del A.C.S. Según CTE HS 4 recirculará 10% del agua de alimentación como mínimo.

Datos Requeridos Nuestra instalación		Datos Bomba Suministrada por el fabricante. Funcionamiento 2800 r.p.m	
Caudal l/h	743,04 (l/h)	Caudal l/h	1000 l/h
Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	0,206 (m ³ /s).	Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	0,27 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	0,743 m ³ /h	Caudal m ³ /h	1 m ³ /h
Peridida de carga Total mCA	1,26 mCA	Peridida de carga Total mCA	2 mCA
		Potencia kW	0,05 kW

Datos Requeridos Nuestra instalación		Datos Bomba Suministrada por el fabricante. Funcionamiento 2800 r.p.m	
Caudal l/h	817,2 (l/h)	Caudal l/h	1000 l/h
Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	0,227 (m ³ /s).	Caudal (m ³ /s) × 10 ⁻³	0,27 (m ³ /s).
Caudal m ³ /h	0,817 m ³ /h	Caudal m ³ /h	1 m ³ /h
Peridida de carga Total mCA	0,705 mCA	Peridida de carga Total mCA	2 mCA
		Potencia kW	0,05 kW

Se colocara unas bombas MARCA EBARA. Modelo. LPS 25/05M. Con una velocidad de funcionamiento de **2800 r.p.m** que se ajusta a las condiciones exigidas.

Nota: Todas las bombas del proyecto se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. Entre la bomba y la bancada irán, además interpuestos elementos antivibratorios de acuerdo a la norma UNE 100 153:1988. adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada.

En este proyecto se dispondrán **llaves de cierre**, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua.

ANEXO I:

- Tabla: catálogo BARBI.serie 5. editorial Blansol. Tuberías PE.

Φ	e	INT	VELOCIDAD	CAUDAL		PERDIDA CARGA			POTENCIA KCAL/H SALTO TÉRMICO EN ° C		
			m/s	L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m	10	15	20
12	1,8	8,4	0,4	79,8	0,02	39,49	394,95	3,95	798,01	1.197,02	1.596,03
16	1,8	12,4	0,4	173,9	0,05	23,45	234,46	2,34	1.738,98	2.608,48	3.477,97
20	1,9	16,2	0,4	296,8	0,08	16,47	164,71	1,65	2.968,13	4.452,19	5.936,25
25	2,3	20,4	0,4	470,7	0,13	12,18	121,81	1,22	4.706,66	7.059,99	9.413,32
32	2,9	26,2	0,4	776,3	0,22	8,80	88,04	0,88	7.763,45	11.645,18	15.526,91
40	3,7	32,6	0,4	1.202,0	0,33	6,64	66,44	0,66	12.019,53	18.029,30	24.039,06
50	4,6	40,8	0,4	1.882,7	0,52	4,99	49,87	0,50	18.826,63	28.239,95	37.653,27
63	5,8	51,4	0,4	2.988,0	0,83	3,72	37,19	0,37	29.879,86	44.819,80	59.759,73
75	6,8	61,4	0,4	4.263,7	1,18	2,97	29,71	0,30	42.637,24	63.955,86	85.274,49
90	8,2	73,6	0,4	6.126,4	1,70	2,37	23,66	0,24	61.264,37	91.896,56	122.528,75
12	1,8	8,4	0,6	119,7	0,03	78,32	783,17	7,83	1.197,02	1.795,53	2.394,04
16	1,8	12,4	0,6	260,8	0,07	46,86	468,58	4,69	2.608,48	3.912,72	5.216,95
20	1,9	16,2	0,6	445,2	0,12	33,08	330,77	3,31	4.452,19	6.678,28	8.904,38
25	2,3	20,4	0,6	706,0	0,20	24,56	245,58	2,46	7.059,99	10.589,98	14.119,98
32	2,9	26,2	0,6	1.164,5	0,32	17,82	178,18	1,78	11.645,18	17.467,77	23.290,36
40	3,7	32,6	0,6	1.802,9	0,50	13,49	134,91	1,35	18.029,30	27.043,95	36.058,60
50	4,6	40,8	0,6	2.824,0	0,78	10,16	101,57	1,02	28.239,95	42.359,93	56.479,90
63	5,8	51,4	0,6	4.482,0	1,24	7,60	75,98	0,76	44.819,80	67.229,69	89.639,59
75	6,8	61,4	0,6	6.395,6	1,78	6,08	60,83	0,61	63.955,86	95.933,80	127.911,73
90	8,2	73,6	0,6	9.189,7	2,55	4,85	48,54	0,49	91.896,56	137.844,84	183.793,12
12	1,8	8,4	0,8	159,6	0,04	128,23	1.282,29	12,82	1.596,03	2.394,04	3.192,06
16	1,8	12,4	0,8	347,8	0,10	77,09	770,95	7,71	3.477,97	5.216,95	6.955,94
20	1,9	16,2	0,8	593,6	0,16	54,59	545,85	5,46	5.936,25	8.904,38	11.872,51
25	2,3	20,4	0,8	941,3	0,26	40,62	406,24	4,06	9.413,32	14.119,98	18.826,63
32	2,9	26,2	0,8	1.552,7	0,43	29,55	295,49	2,95	15.526,91	23.290,36	31.053,81
40	3,7	32,6	0,8	2.403,9	0,67	22,42	224,17	2,24	24.039,06	36.058,60	48.078,13
50	4,6	40,8	0,8	3.765,3	1,05	16,91	169,11	1,69	37.653,27	56.479,90	75.306,54
63	5,8	51,4	0,8	5.976,0	1,66	12,67	126,73	1,27	59.759,73	89.639,59	119.519,45
75	6,8	61,4	0,8	8.527,4	2,37	10,16	101,61	1,02	85.274,49	127.911,73	170.548,97
90	8,2	73,6	0,8	12.252,9	3,40	8,12	81,19	0,81	122.528,75	183.793,12	245.057,50
12	1,8	8,4	1,0	199,5	0,06	188,75	1.887,48	18,87	1.995,04	2.992,56	3.990,07
16	1,8	12,4	1,0	434,7	0,12	113,87	1.138,68	11,39	4.347,46	6.521,19	8.694,92
20	1,9	16,2	1,0	742,0	0,21	80,79	807,93	8,08	7.420,32	11.130,47	14.840,63
25	2,3	20,4	1,0	1.176,7	0,33	60,23	602,32	6,02	11.766,65	17.648,97	23.533,29
32	2,9	26,2	1,0	1.940,9	0,54	43,89	438,86	4,39	19.408,63	29.112,95	38.817,27
40	3,7	32,6	1,0	3.004,9	0,83	33,34	333,42	3,33	30.048,83	45.073,25	60.097,66
50	4,6	40,8	1,0	4.706,7	1,31	25,19	251,87	2,52	47.066,59	70.599,88	94.133,17
63	5,8	51,4	1,0	7.470,0	2,07	18,90	189,01	1,89	74.699,66	112.049,49	149.399,32
75	6,8	61,4	1,0	10.659,3	2,96	15,17	151,69	1,52	106.593,11	159.889,66	213.186,22
90	8,2	73,6	1,0	15.316,1	4,25	12,13	121,33	1,21	153.160,94	229.741,40	306.321,87
12	1,8	8,4	1,2	239,4	0,07	259,56	2.595,62	25,96	2.394,04	3.591,07	4.788,09
16	1,8	12,4	1,2	521,7	0,14	156,99	1.569,92	15,70	5.216,95	7.825,43	10.433,91
20	1,9	16,2	1,2	890,4	0,25	111,57	1.115,69	11,16	8.904,38	13.356,57	17.808,76
25	2,3	20,4	1,2	1.412,0	0,39	83,28	832,83	8,33	14.119,98	21.179,96	28.239,95
32	2,9	26,2	1,2	2.329,0	0,65	60,76	607,61	6,08	23.290,36	34.935,54	46.580,72
40	3,7	32,6	1,2	3.605,9	1,00	46,21	462,13	4,62	36.058,60	54.087,90	72.117,19
50	4,6	40,8	1,2	5.648,0	1,57	34,95	349,46	3,49	56.479,90	84.719,86	112.959,81
63	5,8	51,4	1,2	8.964,0	2,49	26,25	262,51	2,63	89.639,59	134.459,39	179.279,18
75	6,8	61,4	1,2	12.791,2	3,55	21,08	210,83	2,11	127.911,73	191.867,59	255.823,46
90	8,2	73,6	1,2	18.379,3	5,11	16,88	168,76	1,69	183.793,12	275.689,68	367.586,25
12	1,8	8,4	1,4	279,3	0,08	340,45	3.404,54	34,05	2.793,05	4.189,58	5.586,10
16	1,8	12,4	1,4	608,6	0,17	206,33	2.063,35	20,63	6.086,45	9.129,67	12.172,89
20	1,9	16,2	1,4	1.038,8	0,29	146,82	1.468,21	14,68	10.388,44	15.582,66	20.776,89
25	2,3	20,4	1,4	1.647,3	0,46	109,71	1.097,09	10,97	16.473,31	24.709,96	32.946,61
32	2,9	26,2	1,4	2.717,2	0,75	80,12	801,25	8,01	27.172,09	40.758,13	54.344,17
40	3,7	32,6	1,4	4.206,8	1,17	60,99	609,92	6,10	42.068,36	63.102,55	84.136,73
50	4,6	40,8	1,4	6.589,3	1,83	46,16	461,60	4,62	65.893,22	98.839,83	131.786,44
63	5,8	51,4	1,4	10.458,0	2,90	34,70	347,03	3,47	104.579,52	156.869,28	209.159,05
75	6,8	61,4	1,4	14.923,0	4,15	27,89	278,88	2,79	149.230,35	223.845,53	298.460,70
90	8,2	73,6	1,4	21.442,5	5,96	22,34	223,35	2,23	214.425,31	321.637,96	428.850,62

φ	e	INT	VELOCIDAD	CAUDAL		PERDIDA CARGA			POTENCIA KCAL/H SALTO TÉRMICO EN ° C		
			m/s	L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m	10	15	20
12	1,8	8,4	1,6	319,2	0,09	431,26	4.312,62	43,13	3.192,06	4.788,09	6.384,12
16	1,8	12,4	1,6	695,6	0,19	261,80	2.618,00	26,18	6.955,94	10.433,91	13.911,88
20	1,9	16,2	1,6	1.187,3	0,33	186,48	1.864,81	18,65	11.872,51	17.808,76	23.745,01
25	2,3	20,4	1,6	1.882,7	0,52	139,46	1.394,60	13,95	18.826,63	28.239,95	37.653,27
32	2,9	26,2	1,6	3.105,4	0,86	101,94	1.019,39	10,19	31.053,81	46.580,72	62.107,63
40	3,7	32,6	1,6	4.807,8	1,34	77,65	776,51	7,77	48.078,13	72.117,19	96.156,26
50	4,6	40,8	1,6	7.530,7	2,09	58,81	588,09	5,88	75.306,54	112.959,81	150.613,08
63	5,8	51,4	1,6	11.951,9	3,32	44,24	442,41	4,42	119.519,45	179.279,18	239.038,91
75	6,8	61,4	1,6	17.054,9	4,74	35,57	355,71	3,56	170.548,97	255.823,46	341.097,94
90	8,2	73,6	1,6	24.505,7	6,81	28,50	285,02	2,85	245.057,50	367.586,25	490.114,99
12	1,8	8,4	1,8	359,1	0,10	531,86	5.318,63	53,19	3.591,07	5.386,60	7.182,13
16	1,8	12,4	1,8	782,5	0,22	323,31	3.233,14	32,33	7.825,43	11.738,15	15.650,86
20	1,9	16,2	1,8	1.335,7	0,37	230,50	2.304,96	23,05	13.356,57	20.034,85	26.713,14
25	2,3	20,4	1,8	2.118,0	0,59	172,50	1.724,97	17,25	21.179,96	31.769,95	42.359,93
32	2,9	26,2	1,8	3.493,6	0,97	126,18	1.261,77	12,62	34.935,54	52.403,31	69.871,08
40	3,7	32,6	1,8	5.408,8	1,50	96,17	961,71	9,62	54.087,90	81.131,84	108.175,79
50	4,6	40,8	1,8	8.472,0	2,35	72,88	728,76	7,29	84.719,86	127.079,79	169.439,71
63	5,8	51,4	1,8	13.445,9	3,73	54,85	548,54	5,49	134.459,39	201.689,08	268.918,77
75	6,8	61,4	1,8	19.186,8	5,33	44,12	441,22	4,41	191.867,59	287.801,39	383.735,19
90	8,2	73,6	1,8	27.569,0	7,66	35,37	353,68	3,54	275.689,68	413.534,53	551.379,37
12	1,8	8,4	2,0	399,0	0,11	642,16	6.421,61	64,22	3.990,07	5.985,11	7.980,15
16	1,8	12,4	2,0	869,5	0,24	390,82	3.908,19	39,08	8.694,92	13.042,38	17.389,85
20	1,9	16,2	2,0	1.484,1	0,41	278,83	2.788,25	27,88	14.840,63	22.260,95	29.681,26
25	2,3	20,4	2,0	2.353,3	0,65	208,79	2.087,89	20,88	23.533,29	35.299,94	47.066,59
32	2,9	26,2	2,0	3.881,7	1,08	152,82	1.528,17	15,28	38.817,27	58.225,90	77.634,54
40	3,7	32,6	2,0	6.009,8	1,67	116,53	1.165,33	11,65	60.097,66	90.146,49	120.195,32
50	4,6	40,8	2,0	9.413,3	2,61	88,35	883,49	8,83	94.133,17	141.199,76	188.266,35
63	5,8	51,4	2,0	14.939,9	4,15	66,53	665,32	6,65	149.399,32	224.098,98	298.798,64
75	6,8	61,4	2,0	21.318,6	5,92	53,53	535,34	5,35	213.186,22	319.779,32	426.372,43
90	8,2	73,6	2,0	30.632,2	8,51	42,93	429,27	4,29	306.321,87	459.482,81	612.643,74
12	1,8	8,4	2,5	498,8	0,14	959,85	9.598,52	95,99	4.987,59	7.481,39	9.975,18
16	1,8	12,4	2,5	1.086,9	0,30	585,50	5.855,04	58,55	10.868,65	16.302,98	21.737,31
20	1,9	16,2	2,5	1.855,1	0,52	418,32	4.183,23	41,83	18.550,79	27.826,19	37.101,58
25	2,3	20,4	2,5	2.941,7	0,82	313,61	3.136,12	31,36	29.416,62	44.124,93	58.833,23
32	2,9	26,2	2,5	4.852,2	1,35	229,81	2.298,12	22,98	48.521,58	72.782,38	97.043,17
40	3,7	32,6	2,5	7.512,2	2,09	175,42	1.754,19	17,54	75.122,08	112.683,12	150.244,16
50	4,6	40,8	2,5	11.766,6	3,27	133,12	1.331,21	13,31	117.666,47	176.499,70	235.332,94
63	5,8	51,4	2,5	18.674,9	5,19	100,34	1.003,42	10,03	186.749,15	280.123,72	373.498,30
75	6,8	61,4	2,5	26.648,3	7,40	80,79	807,94	8,08	266.482,77	399.724,15	532.965,54
90	8,2	73,6	2,5	38.290,2	10,64	64,83	648,29	6,48	382.902,34	574.353,51	765.804,68
12	1,8	8,4	3,0	598,5	0,17	1.336,82	13.368,16	133,68	5.985,11	8.977,67	11.970,22
16	1,8	12,4	3,0	1.304,2	0,36	816,83	8.166,30	81,68	13.042,38	19.563,56	26.084,77
20	1,9	16,2	3,0	2.226,1	0,62	584,22	5.842,19	58,42	22.260,95	33.391,42	44.521,90
25	2,3	20,4	3,0	3.530,0	0,98	438,36	4.383,61	43,84	35.299,94	52.949,91	70.599,88
32	2,9	26,2	3,0	5.822,6	1,62	321,51	3.215,10	32,15	58.225,90	87.338,85	116.451,60
40	3,7	32,6	3,0	9.014,6	2,50	245,59	2.455,83	24,56	90.146,49	135.219,74	180.292,99
50	4,6	40,8	3,0	14.120,0	3,92	186,51	1.865,06	18,65	141.199,76	211.799,64	282.399,52
63	5,8	51,4	3,0	22.409,9	6,22	140,68	1.406,80	14,07	224.098,98	336.148,47	448.197,95
75	6,8	61,4	3,0	31.977,9	8,88	113,33	1.133,31	11,33	319.779,32	479.668,98	639.558,65
90	8,2	73,6	3,0	45.948,3	12,76	90,98	909,83	9,10	459.482,81	689.224,21	918.965,61
12	1,8	8,4	3,5	698,3	0,19	1.772,49	17.724,86	177,25	6.982,63	10.473,94	13.965,26
16	1,8	12,4	3,5	1.521,6	0,42	1.084,46	10.844,55	108,45	15.216,12	22.824,17	30.432,23
20	1,9	16,2	3,5	2.597,1	0,72	776,27	7.762,72	77,63	25.971,11	38.956,66	51.942,21
25	2,3	20,4	3,5	4.118,3	1,14	582,86	5.828,55	58,29	41.183,26	61.774,90	82.366,53
32	2,9	26,2	3,5	6.793,0	1,89	427,78	4.277,80	42,78	67.930,22	101.895,33	135.860,44
40	3,7	32,6	3,5	10.517,1	2,92	326,96	3.269,56	32,70	105.170,91	157.756,36	210.341,82
50	4,6	40,8	3,5	16.473,3	4,58	248,43	2.484,31	24,84	164.733,06	247.099,58	329.466,11
63	5,8	51,4	3,5	26.144,9	7,26	187,49	1.874,91	18,75	261.448,81	392.173,21	522.897,61
75	6,8	61,4	3,5	37.307,6	10,36	151,10	1.511,02	15,11	373.075,88	559.613,82	746.151,75
90	8,2	73,6	3,5	53.606,3	14,89	121,35	1.213,53	12,14	536.063,27	804.094,91	1.072.126,55

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO
SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA.

Pamplona, 25 de Junio de 2012

Autor: Unai Borda García

PLANO DE SITUACIÓN :

LOCALIDAD PERALTA

Universitat Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
Ingeniero técnico industrial
M.

DEPARTAMENTO:
Departamento de proyecto
e ingeniería rural

PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE
CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR
Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA

REALIZADO:
BORDA GARCÍA, UNA


FIRMA:

PLANO:
PLANO DE SITUACIÓN

FECHA:
25-06-12

ESCALA:
1/5000

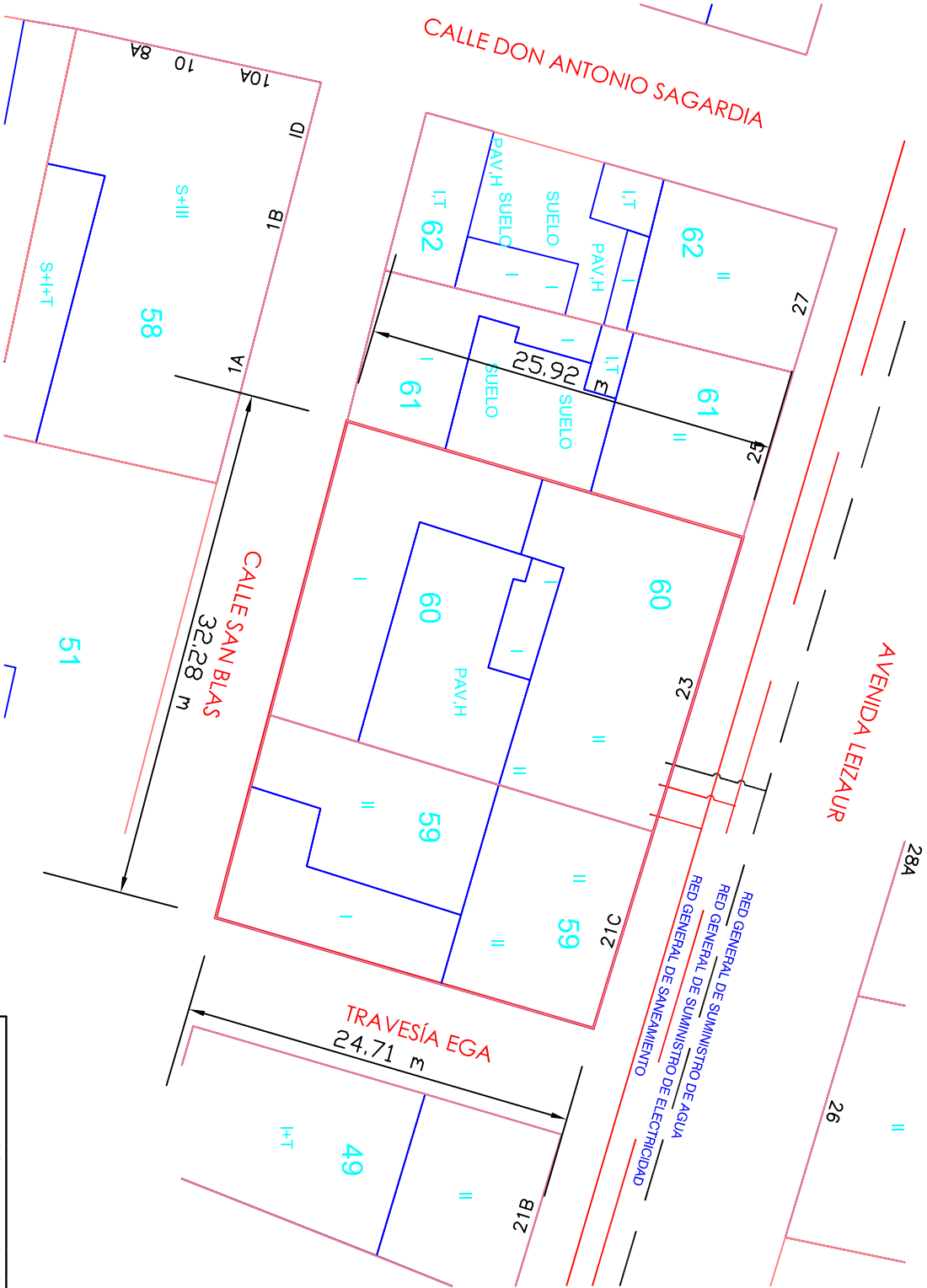
Nº PL.
1


 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p>	
	<p>Ingeniero técnico industrial M.</p>	
<p>PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS, CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA</p>	<p>DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e ingeniería rural</p>	
<p>PLANO: PLANO DE SITUACIÓN</p>	<p>REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI</p>	<p>FIRMA:</p>
<p>FECHA: 25-06-12</p>	<p>ESCALA: 1/5000</p>	<p>Nº PLANO: 1</p>

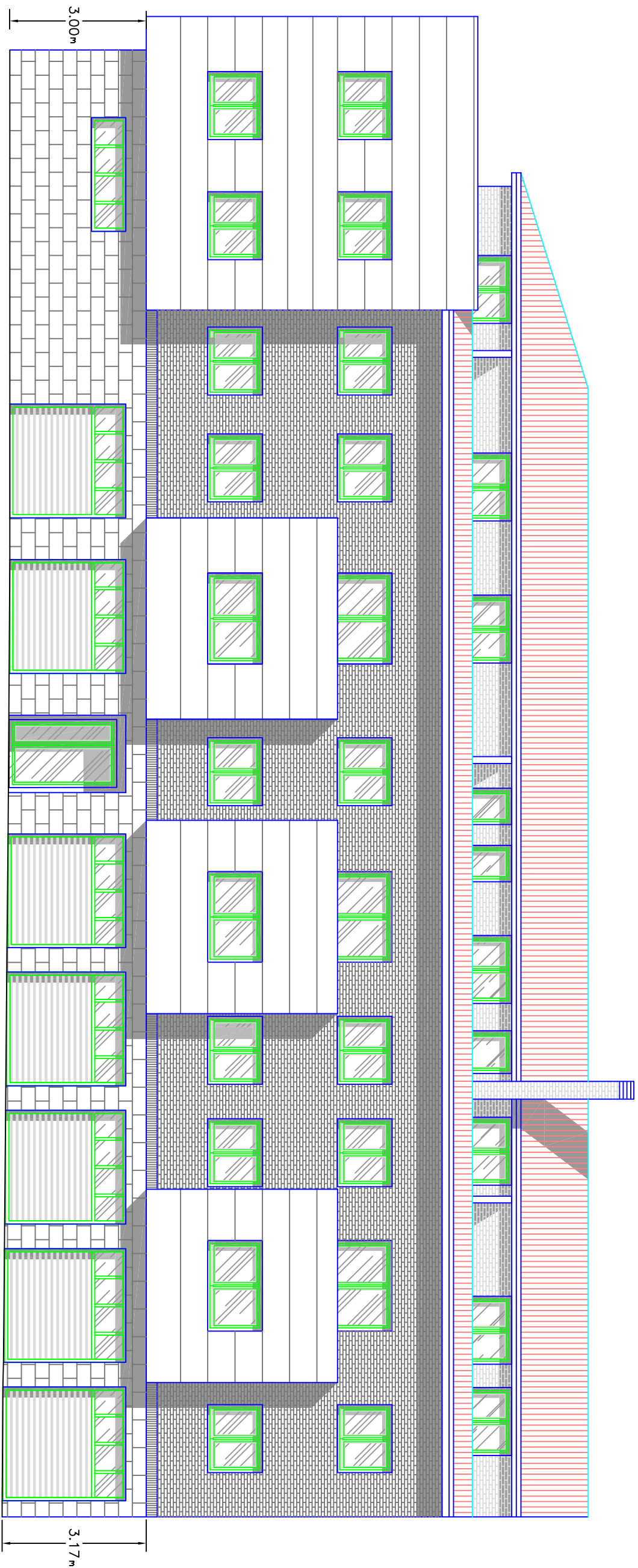
PLANO DE EMPLAZAMIENTO :

SOLAR DEL EDIFICIO DE VIVIENDAS


- LIMITADO POR :
- AVENIDA LEIZAUR. NORTE
 - CALLE SAN BLAS. SUR
 - TRAVESÍA EGA. ESTE

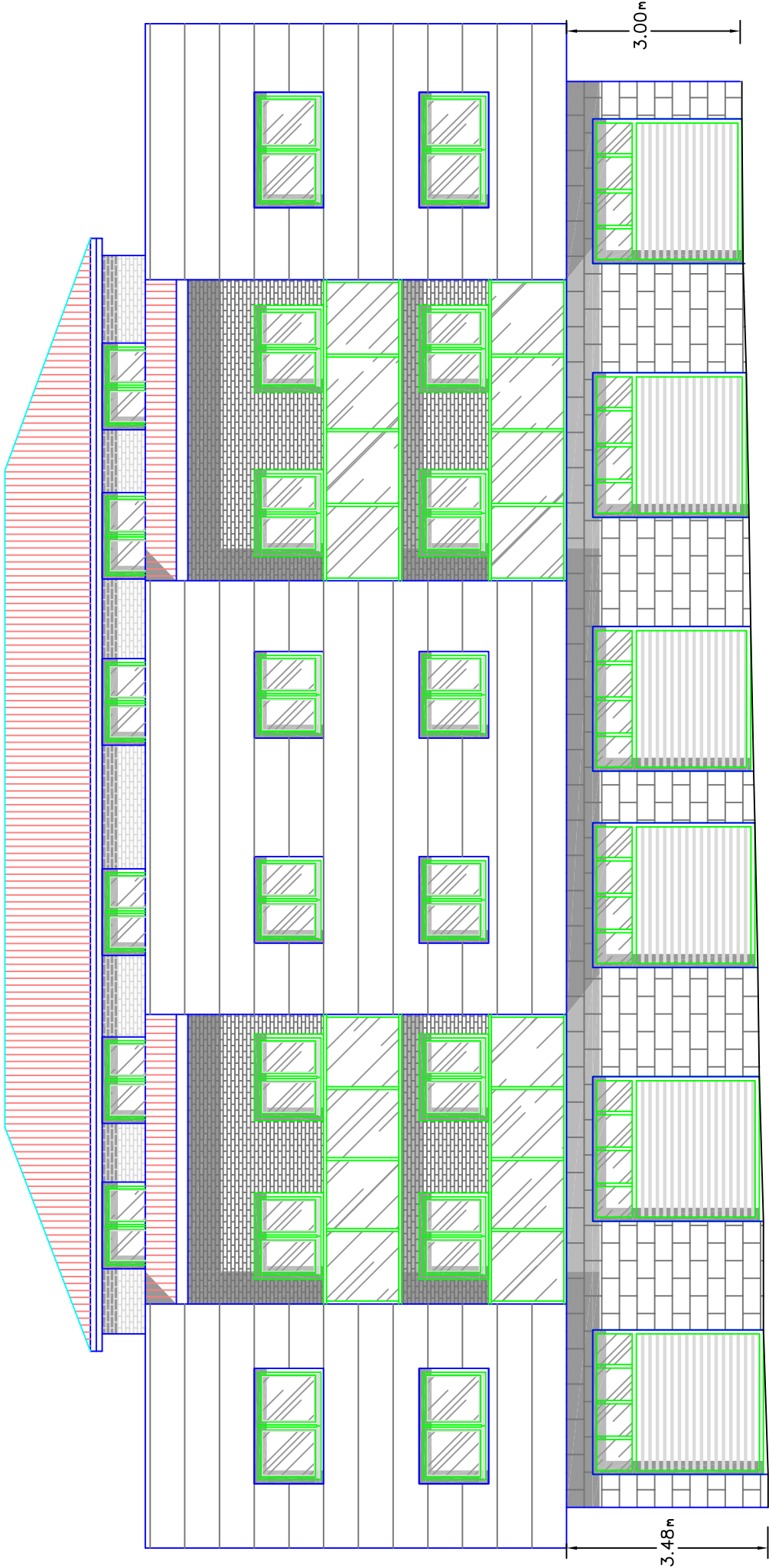


<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>Ingeniero técnico industrial M.</div></div></div>	DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e ingeniería rural		
	REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI		
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA	FIRMA:		
PLANO: PLANO DE EMPLAZAMIENTO	FECHA: 25-06-12	ESCALA: 1/400	Nº PLANO: 2




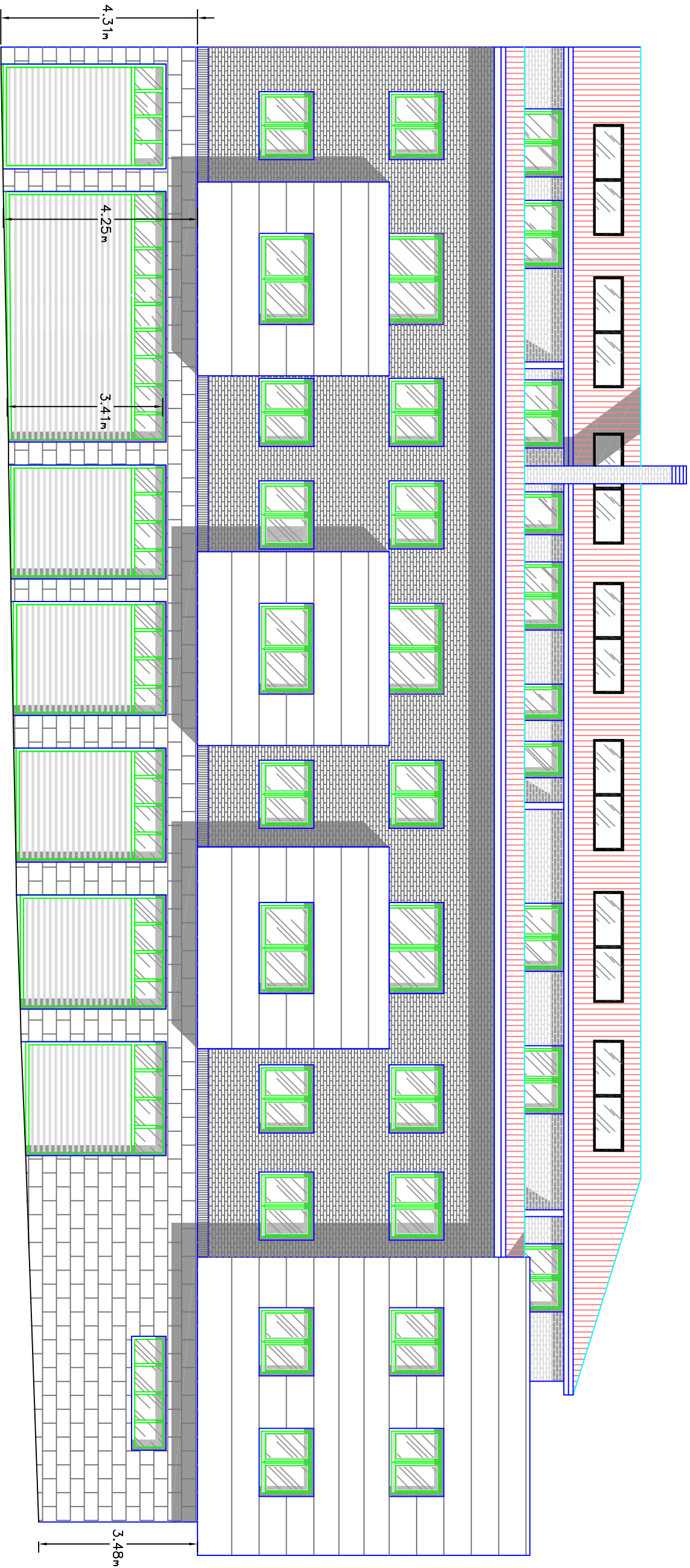
ALZADO FACHADA NORTE

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		E.T.S.I.I.T. Ingeniero técnico industrial M.		DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e ingeniería rural	
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA				REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI	
FIRMA:				FECHA:	
PLANO: ALZADO NORTE				ESCALA:	
				Nº PLANO:	
				25-06-12	
				1/100	
				3	




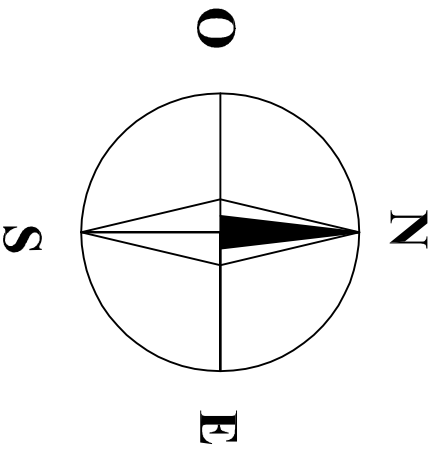
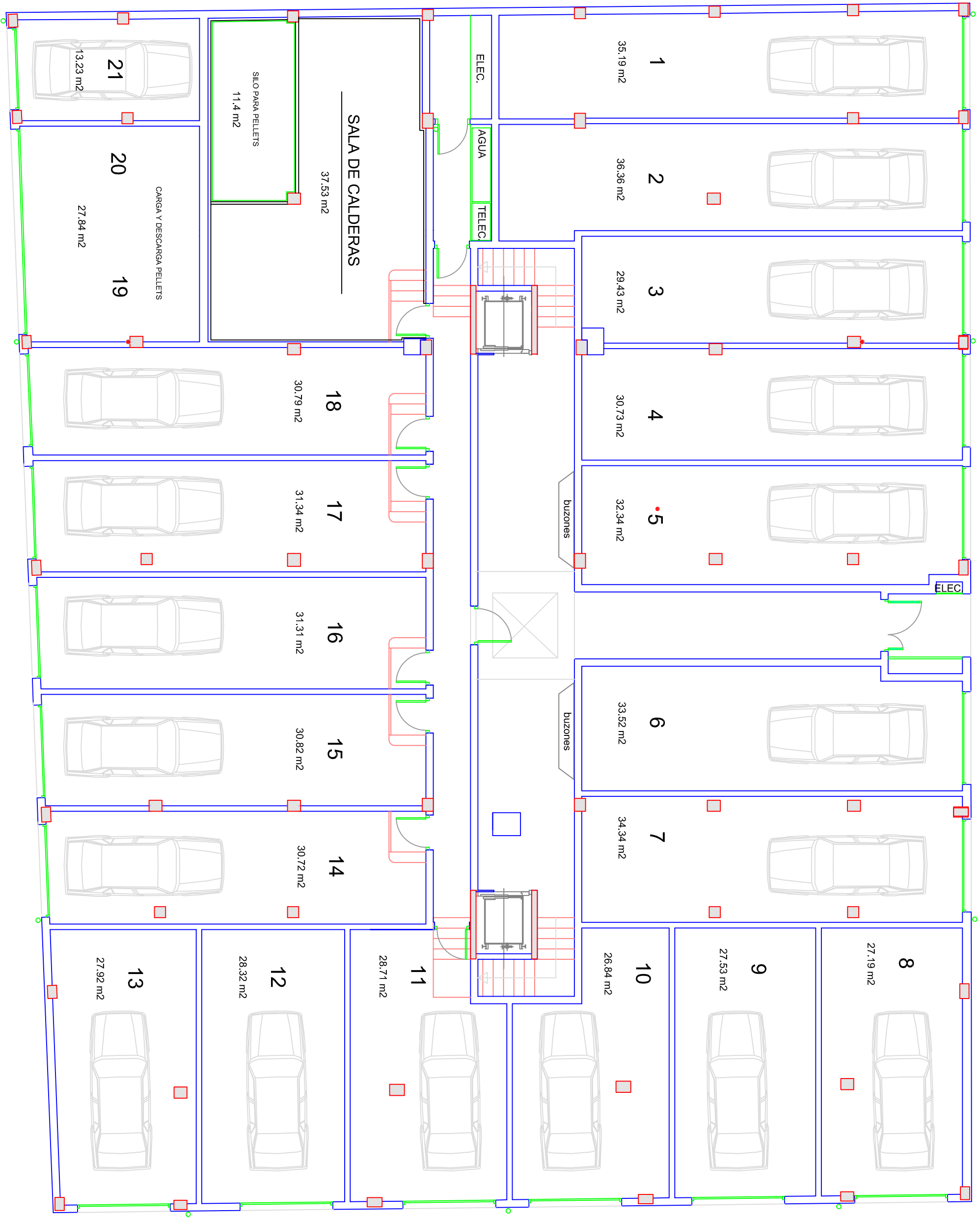
ALZADO FACHADA ESTE

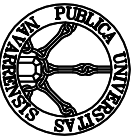
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e ingeniería rural			
	Ingeniero técnico industrial M.	REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI			
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA					
PLANO: ALZADO ESTE	FIRMA:		FECHA: 25-06-12	ESCALA: 1/100	Nº PLANO: 4

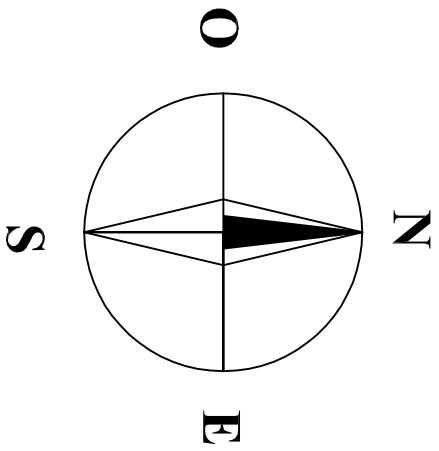
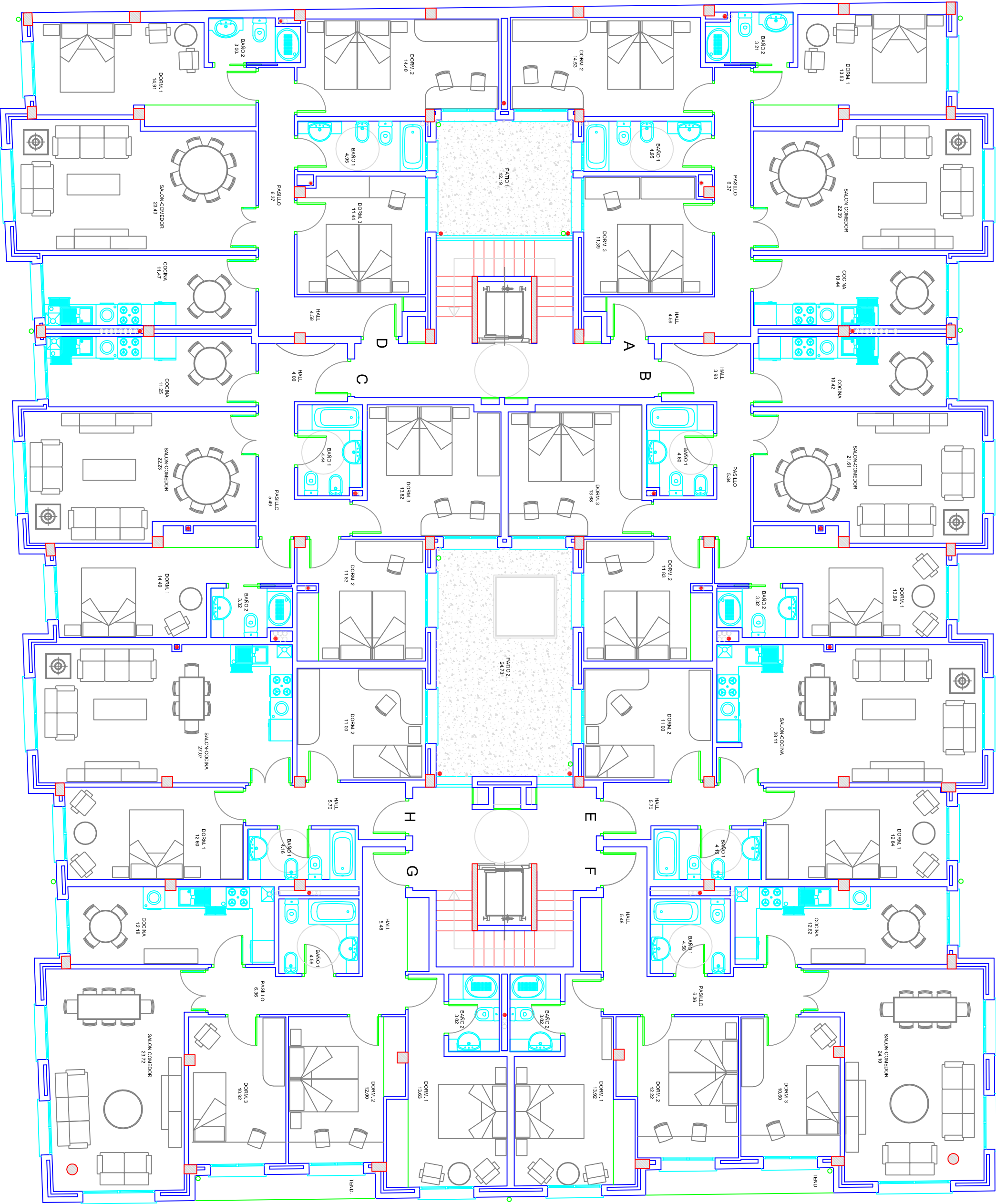



ALZADO FACHADA SUR

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. Ingeniero técnico industrial M.		DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e ingeniería rural	
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA				REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI	
FIRMA:				FECHA:	
PLANO: ALZADO SUR				ESCALA:	
				25-06-12	
				1/100	
				Nº PLANO:	
				5	



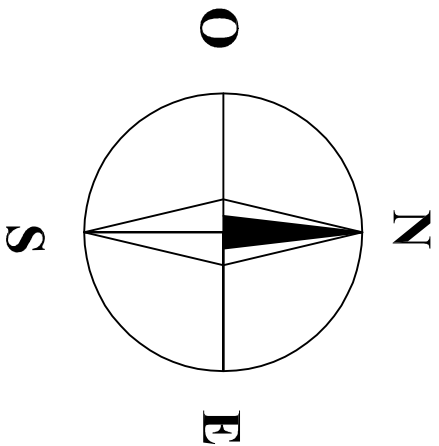
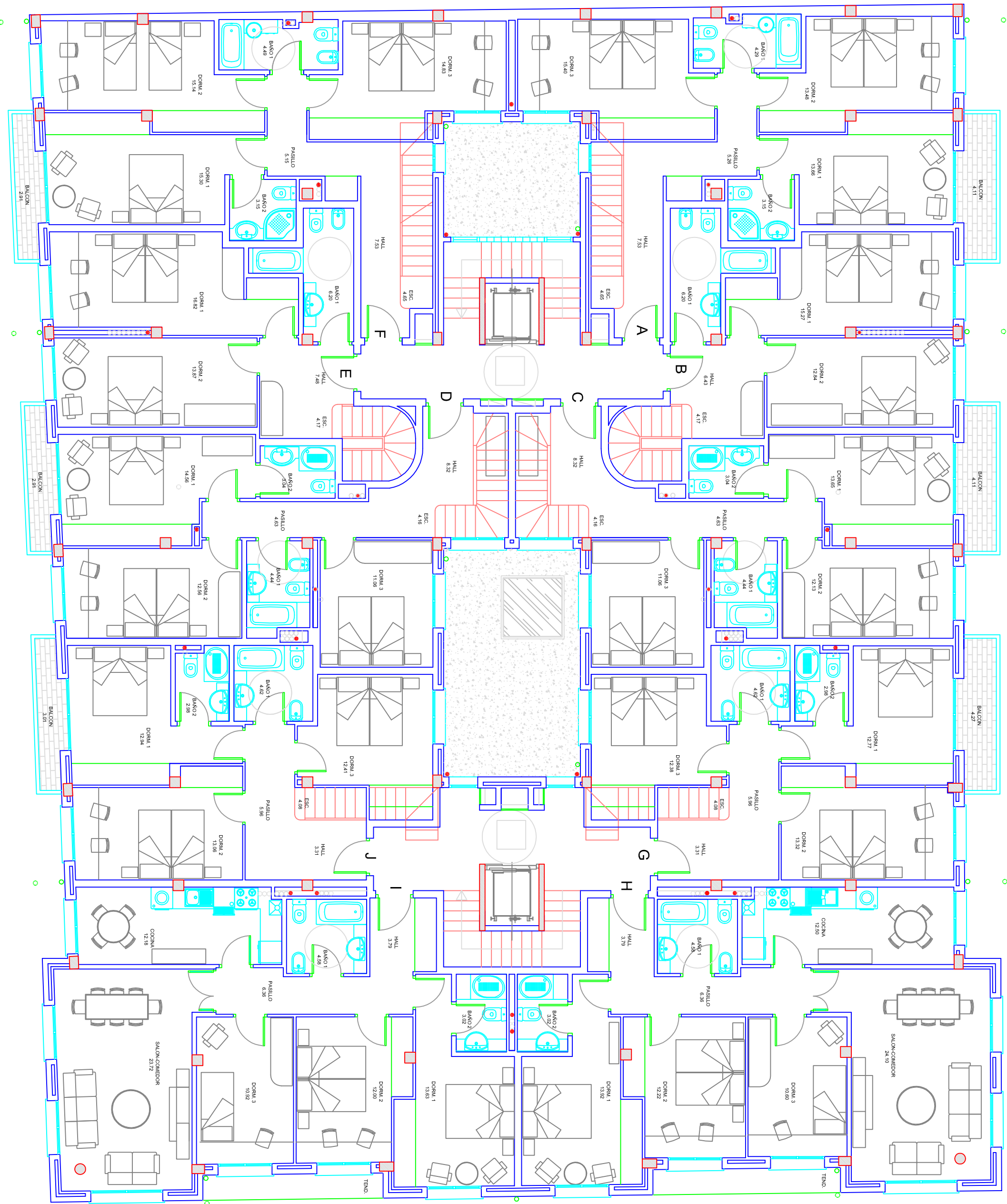
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e Ingeniería rural
	Ingeniero técnico industrial Ml.		
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA			REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI
FIRMA:			
PLANO:	PLANTA BAJA		
FECHA:	25-06-12	ESCALA:	1/100
		Nº PLANO:	6



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	
	Ingeniero técnico Industrial M.	DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e Ingeniería rural

PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS, CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA, PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA		REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI
PLANO: PRIMERA PLANTA		FIRMA:

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
25-06-12	1/100	7



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibersitate Publikoa

DEPARTAMENTO:
Departamento de proyectos
e Ingeniería rural

PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE

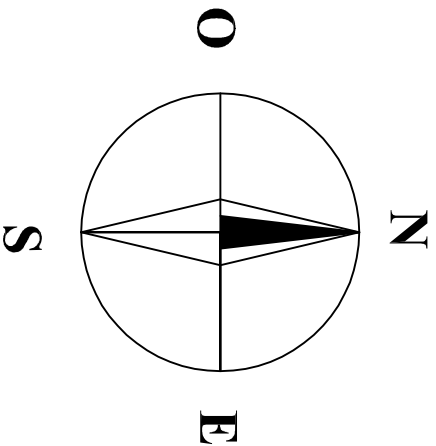
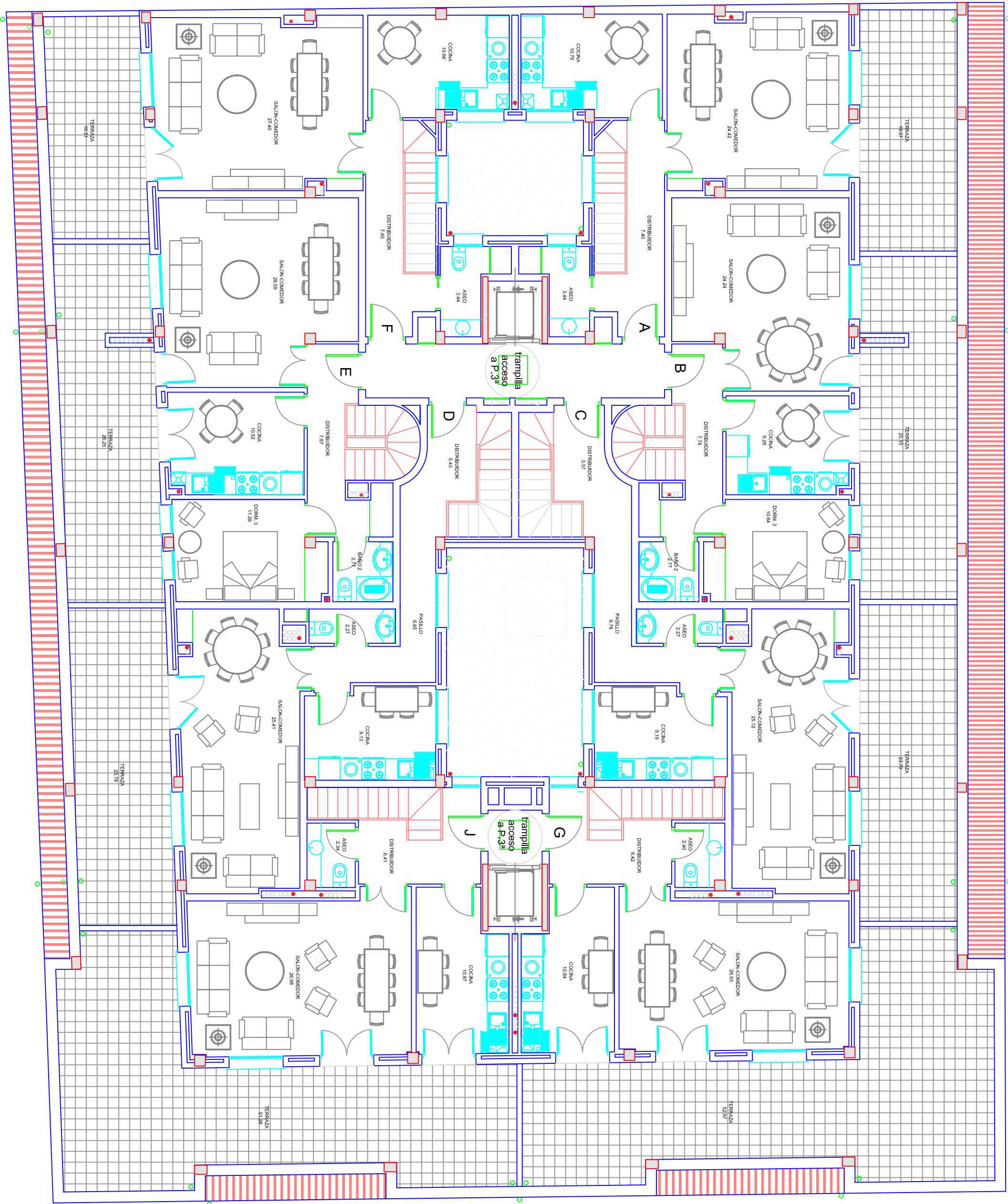
CALEFACCIÓN Y ACS, CON APOYO SOLAR
Y CALDERA DE BIOMASA, PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA


REALIZADO:
BORDA GARCÍA, UNAI

FIRMA:

PLANO: SEGUNDA PLANTA

FECHA: 25-06-12
ESCALA: 1/100
Nº PLANO: 8





Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
Ingeniero técnico Industrial
M.

DEPARTAMENTO:
Departamento de proyectos
e Ingeniería rural

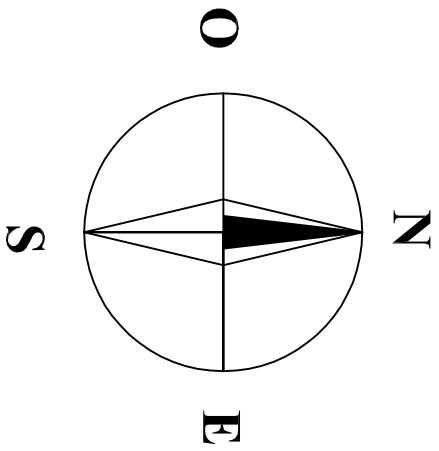
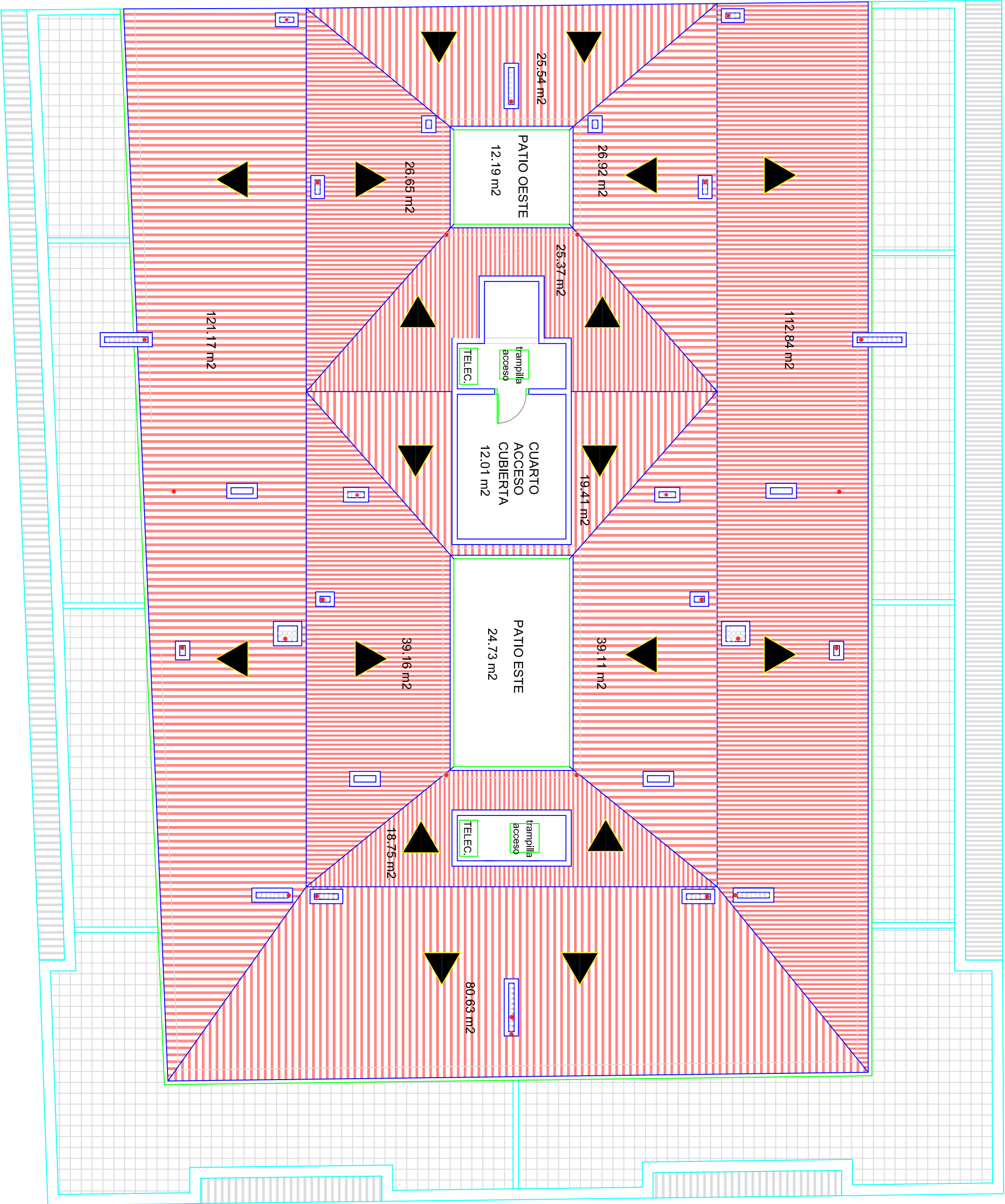
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE
CALEFACCIÓN Y ACS, CON APOYO SOLAR
Y CALDERA DE BIOMASA, PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA


REALIZADO:
BORDA GARCÍA, UNAI

FIRMA:

PLANO:
PLANTA ÁTICO

FECHA: 25-06-12
ESCALA: 1/100
Nº PLANO: 9



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e Ingeniería rural
	Ingeniero técnico Industrial M.		
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS, CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA, PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA			REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI
FIRMA:			
FECHA: 25-06-12			
PLANO: PLANTA CUBIERTA	ESCALA: 1/100	Nº PLANO: 10	

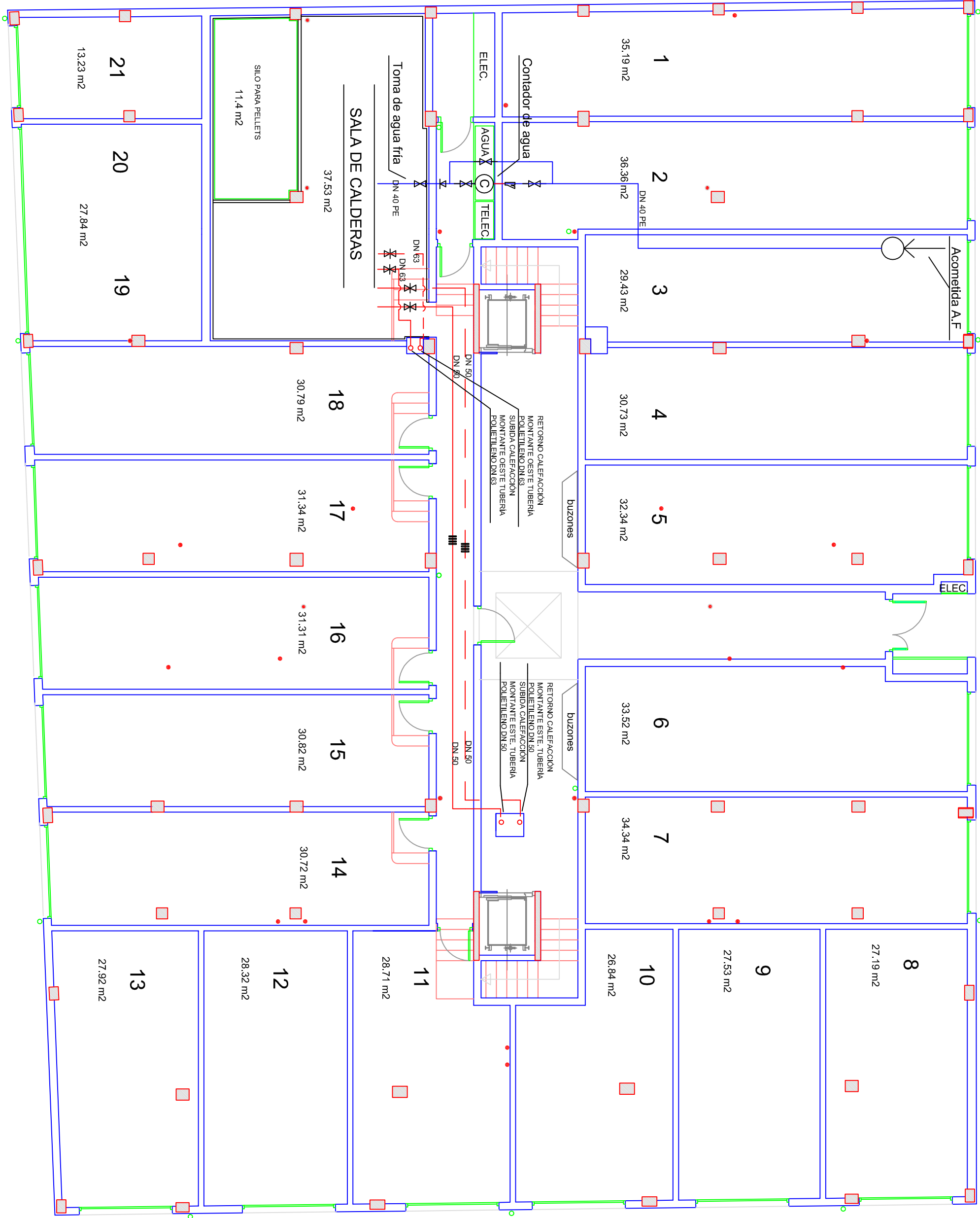
LEYENDA CALEFACCIÓN


Ø-	ACOMETIDA
-K-	LLAVE DE CORTE COMPUESTA
K	VALVULA DE RETENCIÓN
⊙	CONTADOR GENERAL AGUA FRÍA
->-	LLAVE DE PASO DE ESFERA
	DILATADORES
≡	FILTRO
⊖	MANGUITO ANTIVIBRATORIO
—	TUBERÍA DE POLIETILENO AGUA FRÍA
—	CIRCUITO DE IDA
---	CIRCUITO DE RETORNO

NOTA:

- CIRCUITO DE IDA: TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO SIN UNIONES, CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMÉRICA DISCURRIENDO POR EL FALSO TECHO Y PATINILLOS.

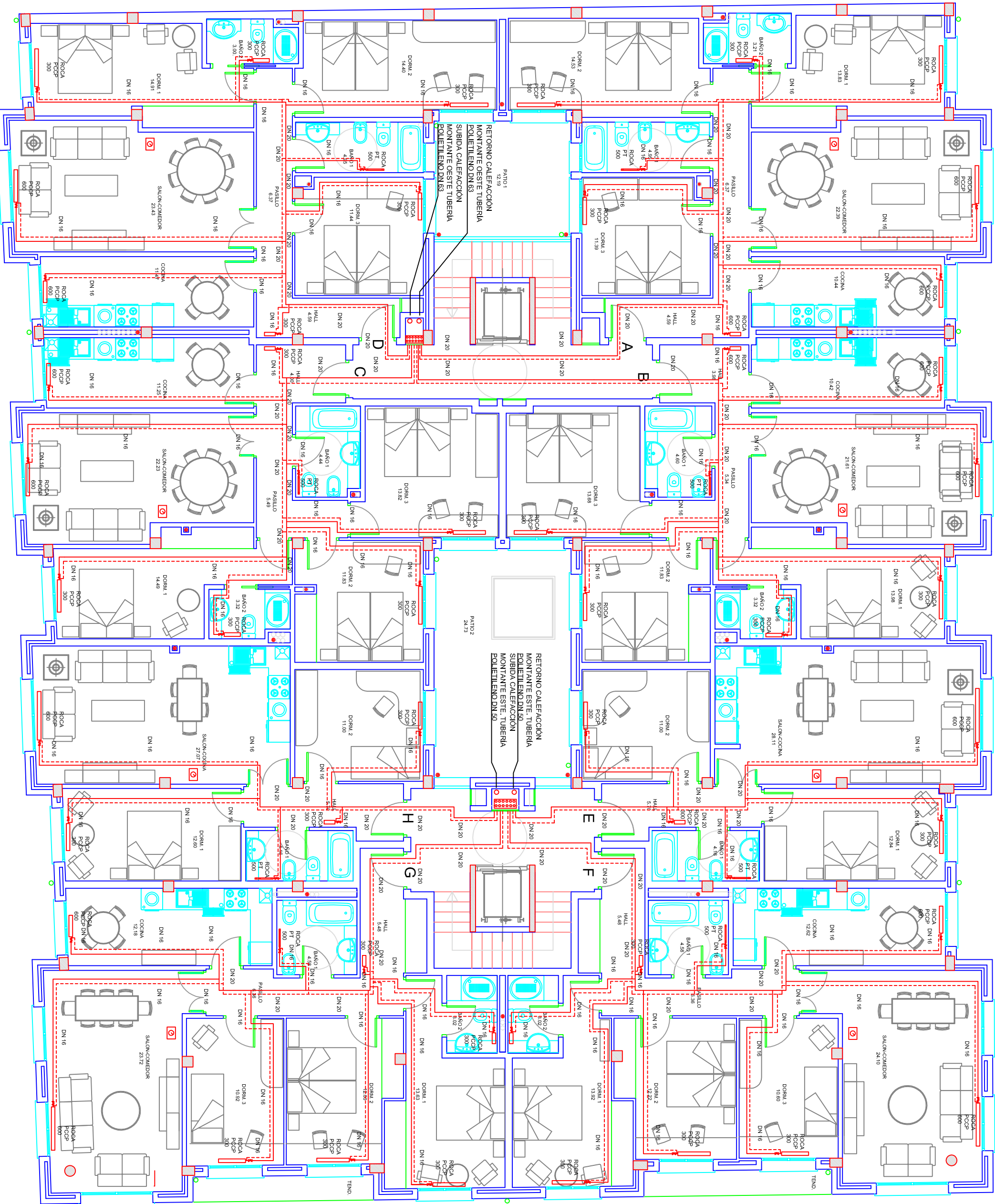
- CIRCUITO DE RETORNO: TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO SIN UNIONES, CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMÉRICA DISCURRIENDO POR EL FALSO TECHO Y PATINILLOS.



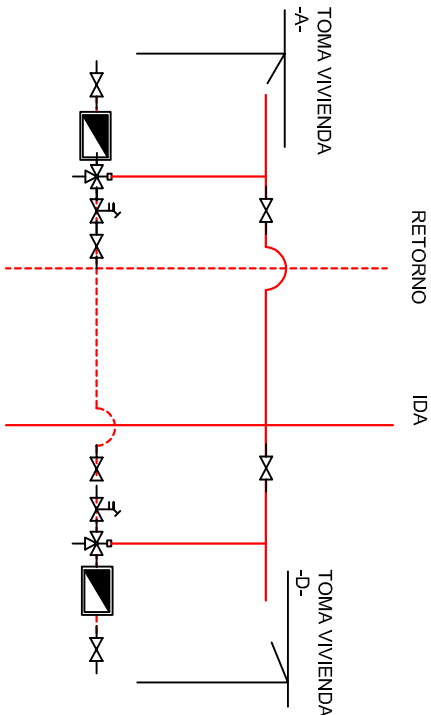
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e Ingeniería rural
	Ingeniero técnico Industrial M.	

PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS, CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA, PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA	REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI
---	---

PLANO: CALEFACCIÓN PLANTA BAJA	FIRMA:	FECHA: 25-06-12	ESCALA: 1/100	Nº PLANO: 12
---------------------------------------	--------	-----------------	---------------	--------------

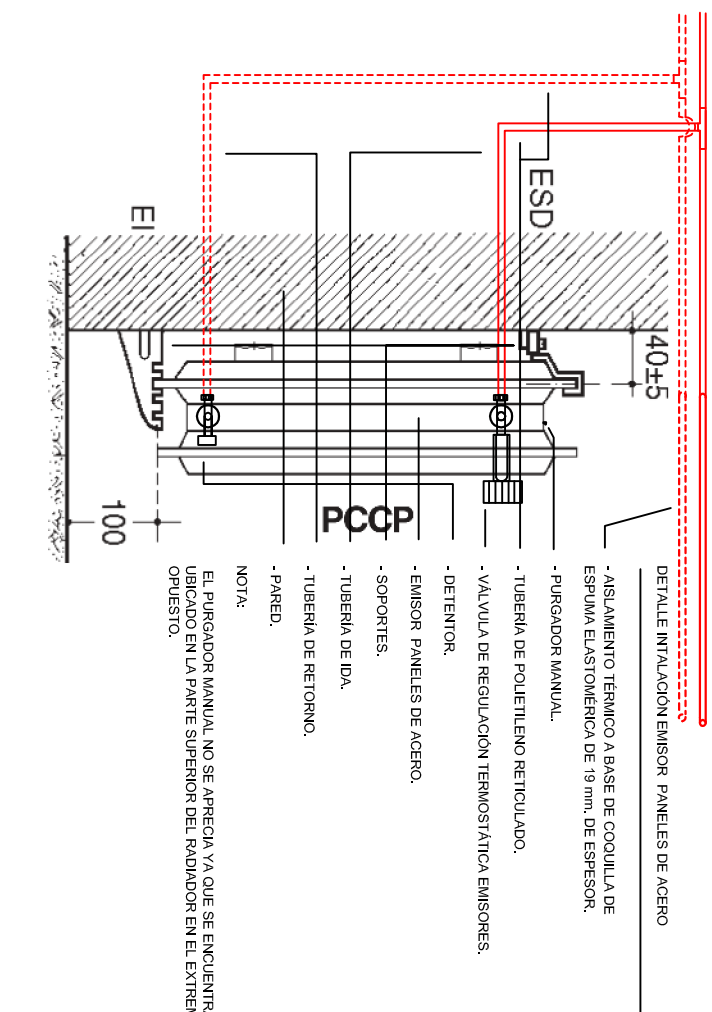


EJEMPLO ESQUEMA DE COLECTORES VALVULAS DE ZONA EN RELLENO ESCALERAS PARA VIVIENDAS A-Y-D-

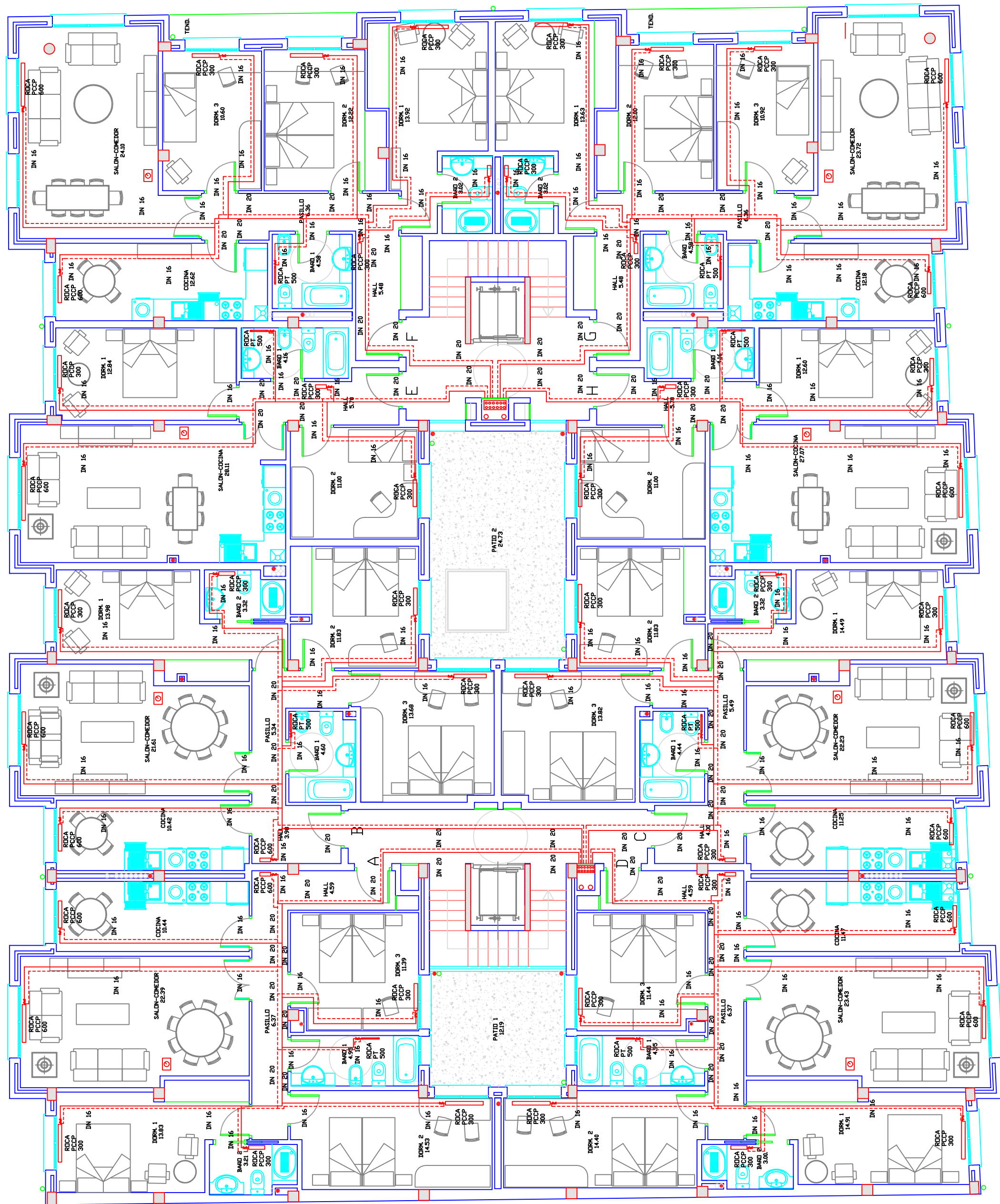


LEYENDA CALEFACCION	
	VALVULA DE TRES VIAS REGULACION
	VALVULA DE EQUILIBRIO
	COLECTOR EN INTERIOR PANTILLO
	CONTROL INDIVIDUAL DE KILOCALORIAS
	LLAVE DE PASO
	TERMOSTATO AMBIENTE
	VALVULA DE REGULACION TERMOSTATICA EMISORES
	PURGADOR
	EMISOR DE CALOR PANELES ACERO CUARTO DE BAÑO
	EMISOR DE CALOR PANELES DOBLES DE ACERO
	CIRCUITO DE IDA
	CIRCUITO DE RETORNO

- NOTA:
- CIRCUITO DE IDA: TUBERIA DE POLIETILENO RETICULADO SIN UNIONES, GALVANIZADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMERICA DECOMPRENDIENDO POR EL PASO TECNICO.
 - CIRCUITO DE RETORNO: TUBERIA DE POLIETILENO RETICULADO SIN UNIONES, GALVANIZADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMERICA DECOMPRENDIENDO POR EL PASO TECNICO.
 - TODOS LOS EMISORES DISPONEN DE VALVULA DE REGULACION CORTE, DETENTOR Y PURGADOR MANUAL.
 - EMISOR MARCA Roca, MODELOS RCP-600, RCP-300, FT 500.



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. Ingeniero técnico Industrial M.	DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e Ingeniería rural
	PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA		
PLANO:	CALEFACCIÓN PRIMERA PLANTA	FIRMA:	REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI
FECHA:	25-06-12	ESCALA:	1/100
Nº PLANO:	13		













Distribución A	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Celexa	Roca PCP/ 600	600 - 750	1148
Domotono 1	Roca PCP/ 300	300 - 3850	883
Domotono 2	Roca PCP/ 300	300 - 1050	883
Domotono 3	Roca PCP/ 300	300 - 750	630
Batio 1	Roca PT 500	1350 - 500	610
Batio 2	Roca PCP/ 400	300 - 4250	378
Salaconsor	Roca PCP/ 600	600 - 1050	1607
Pasido Hall	Roca PCP/ 600	600 - 300	459
TOTAL - A			6598 kcal/h

Distribution D	Model# radiator	Altura y Longitud (mm)	Potencia (kW/h)
Cucina	Rosa PCPCP 600	600 x 600	918
Dormitorio 1	Rosa PCPCP 300	300 x 1050	883
Dormitorio 2	Rosa PCPCP 300	300 x 1050	883
Dormitorio 3	Rosa PCPCP 300	300 x 1050	883
Bagno	Rosa PCT 500	1350 x 500	610
Barrio 2	Rosa PCPCP 300	300 x 450	378
Sala-comedor	Rosa PCPCP 600	600 x 1377	1377
Passillo Hall	Rosa PCPCP 600	600 x 300	459
TOTAL - D			6138 kW/h

Distribución B	Modelo radiador	Altura y longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Cocina	Roca PCC P 600	600 × 750	1148
Dormitorio 1	Roca PCC P 300	300 × 1050	883
Dormitorio 2	Roca PCC P 300	300 × 750	630
Dormitorio 3	Roca PCC P 500	300 × 900	757
Bañó 1	Roca P1 500	600 × 500	2711
Bañó 2	Roca PCC P 300	300 × 800	252
Sala-comedor	Roca PCC P 600	600 × 900	1377
Pasillo	Roca PCC P 600	600 × 300	459
Hall			
TOTAL - B			5777 kcal/h

Distribution C	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (Kcal/h)
Celexia	Roca PCCP 600	600 - 600	918
Domotone 1	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Domotone 2	Roca PCCP 300	300 - 1050	883
Domotone 3	Roca PCCP 300	300 - 900	757
Bato 1	Roca PT 500	600 - 500	271
Bato 2	Roca PCCP 300	300 - 300	252
Solomoncelor	Roca PCCP 600	600 - 900	1377
Pasillo	Roca PCCP 600	600 - 300	459
TiH			
TOTAL - C			5074 kcal/h

	VÁLVULA DE TRES VÍAS REGULACION
	LLAVE DE CORTE COMPUESTA EN VIVIENDA
	COLECTOR EN INTERIOR PATINILLO
	CONTADOR INDIVIDUAL DE KILOCALORÍAS
	LLAVE DE PASO
	TERMOSTATO AMBIENTE
	VÁLVULA DE REGULACION TERMOSTATICA EMISORES
	PURGADOR
	EMISOR DE CALOR PANELES ACERO CUARTO DE BAÑO
	EMISOR DE CALOR PANELES DOBLES DE ACERO
	CIRCUITO DE IDA
	CIRCUITO DE RETORNO

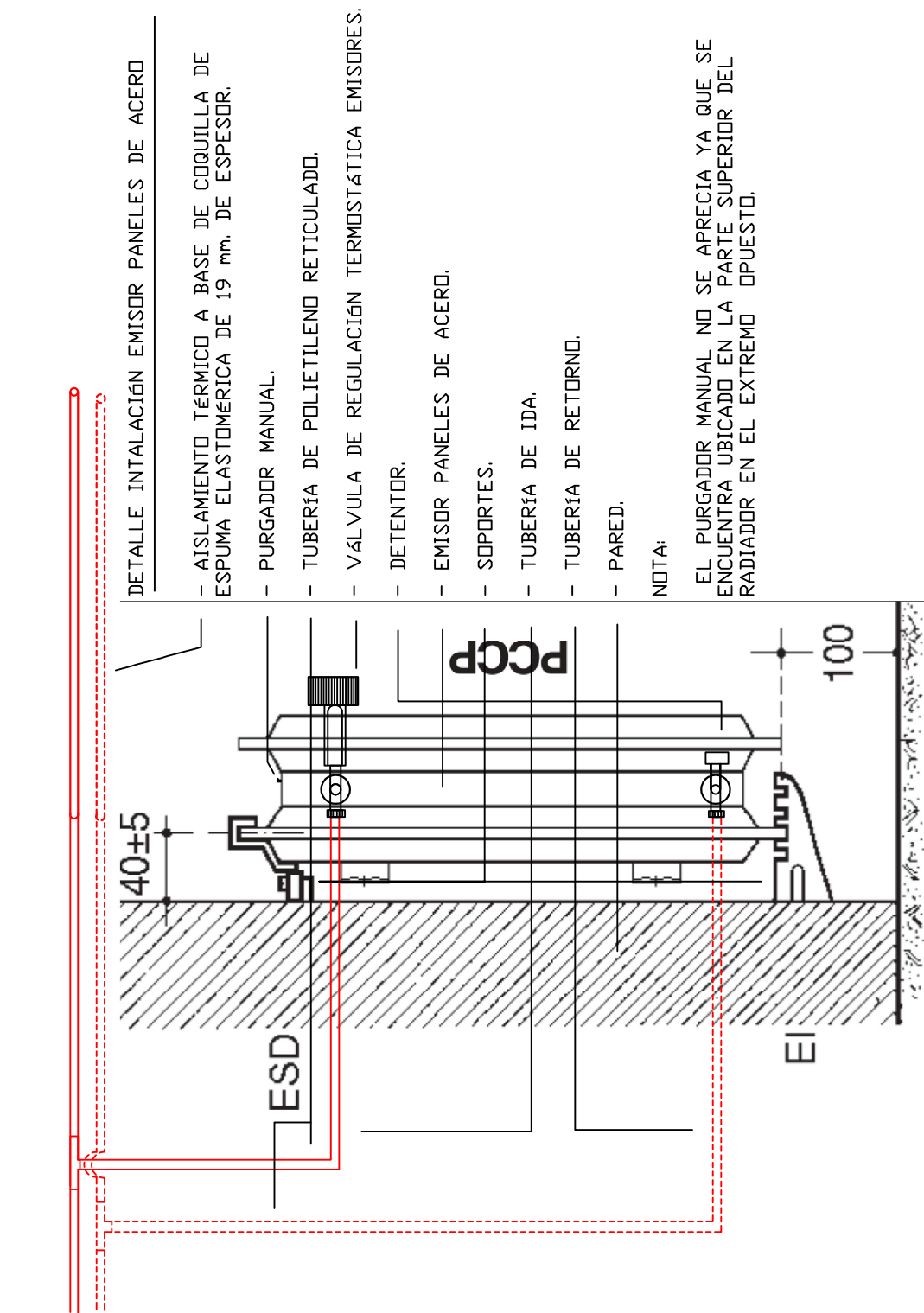
NOTA:

- CIRCUITO DE IDA: TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO SIN UNIONES, CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMERICA DISCURRIENDO POR EL FALSO TECHO.

- CIRCUITO DE RETORNO: TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO SIN UNIONES, CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMERICA DISCURIENDO POR EL FALSO TECHO.

- TODOS LOS EMISORES DISPONEN DE VÁLVULA DE REGULACIÓN/CORTE, DETENTOR Y PURGADOR MANUAL. EMISORES MARCA ROCA, MODELOS PCP 600, PCP 300, PT 500.

LEYENDA CALEFACCIÓN



NOTA:
EL PURGADOR MANUAL NO SE APRECIA YA QUE SE
ENCUENTRA UBICADO EN LA PARTE SUPERIOR DEL
RADIADOR EN EL EXTREMO DUESTO.

NOTA:

EL PURGADOR MANUAL NO SE APRECIA YA QUE SE ENCUENTRA UBICADO EN LA PARTE SUPERIOR DEL RADIADOR EN EL EXTREMO OPUESTO.

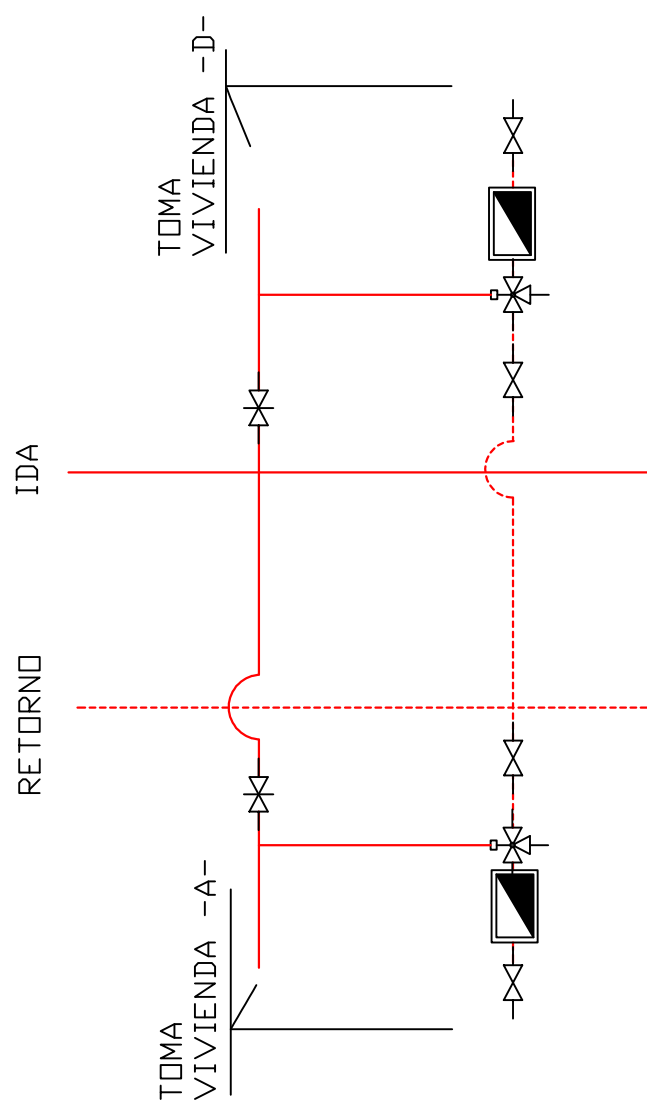
Distribución E	Modelo radiador	Altura y longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Salón + Cocina	RcscPCCP600	600 × 1500	2295
Dormitorio 1	RcscPCCP300	300 × 900	757
Dormitorio 2	RcscPCCP300	300 × 900	757
Baño 1	RcscPCCP300	300 × 750	630
Baño 2	RcscPCCP300	300 × 560	471
Hall	RcscPCCP300	300 × 360	252
TOTAL + E			4206 kcal/h

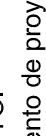
Distribución H	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (kW/h)
Salón - Cocina	Roca PCCP 600	600 x 750	2106
Dormitorio 1	Roca PCCP 500	500 x 750	630
Dormitorio 2	Roca PCCP 500	500 x 750	630
Baño 1	Roca PT 500	600 x 500	271
Hall	Roca PCCP 300	300 x 300	252
TOTAL - H			3849 kW/h

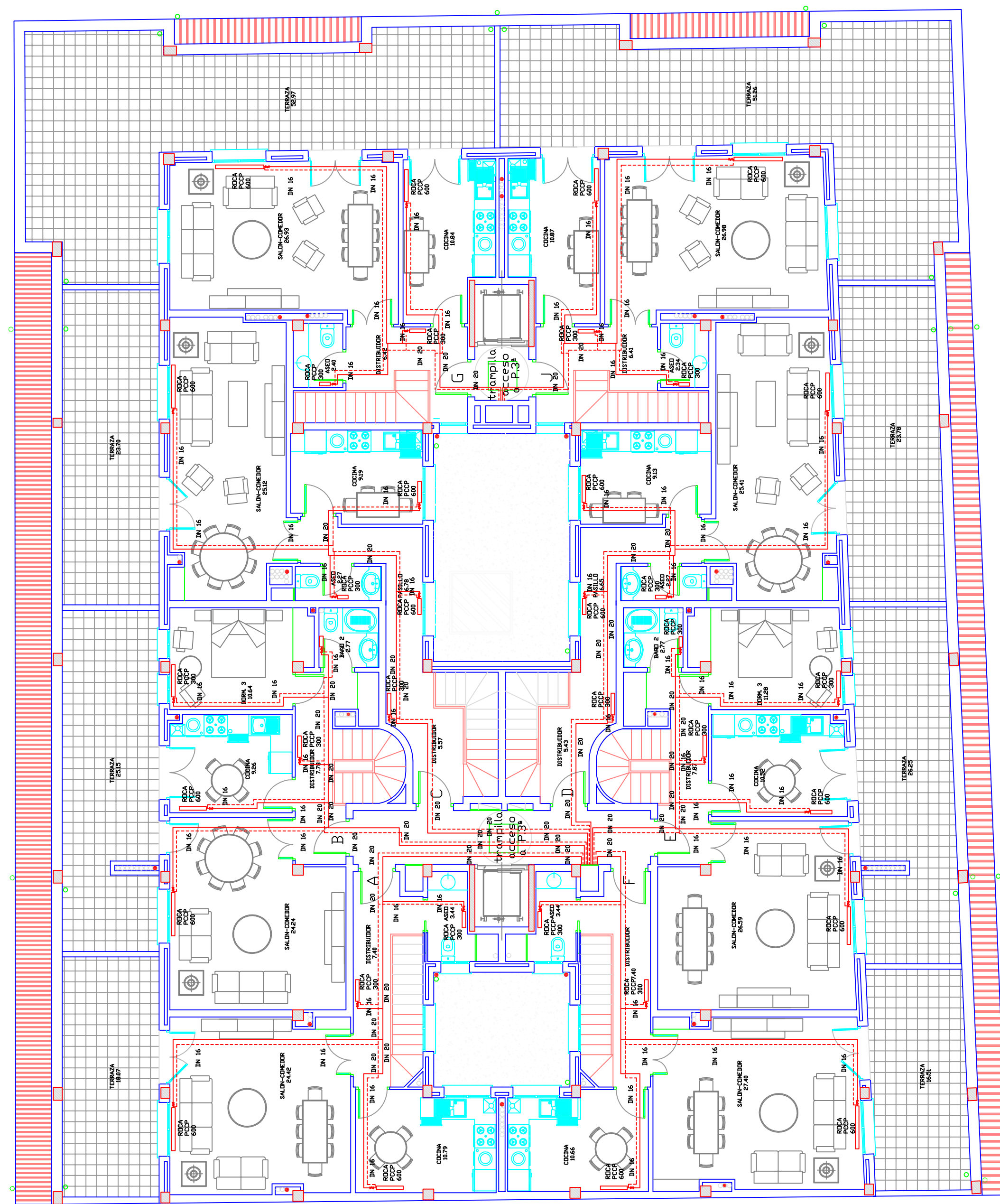
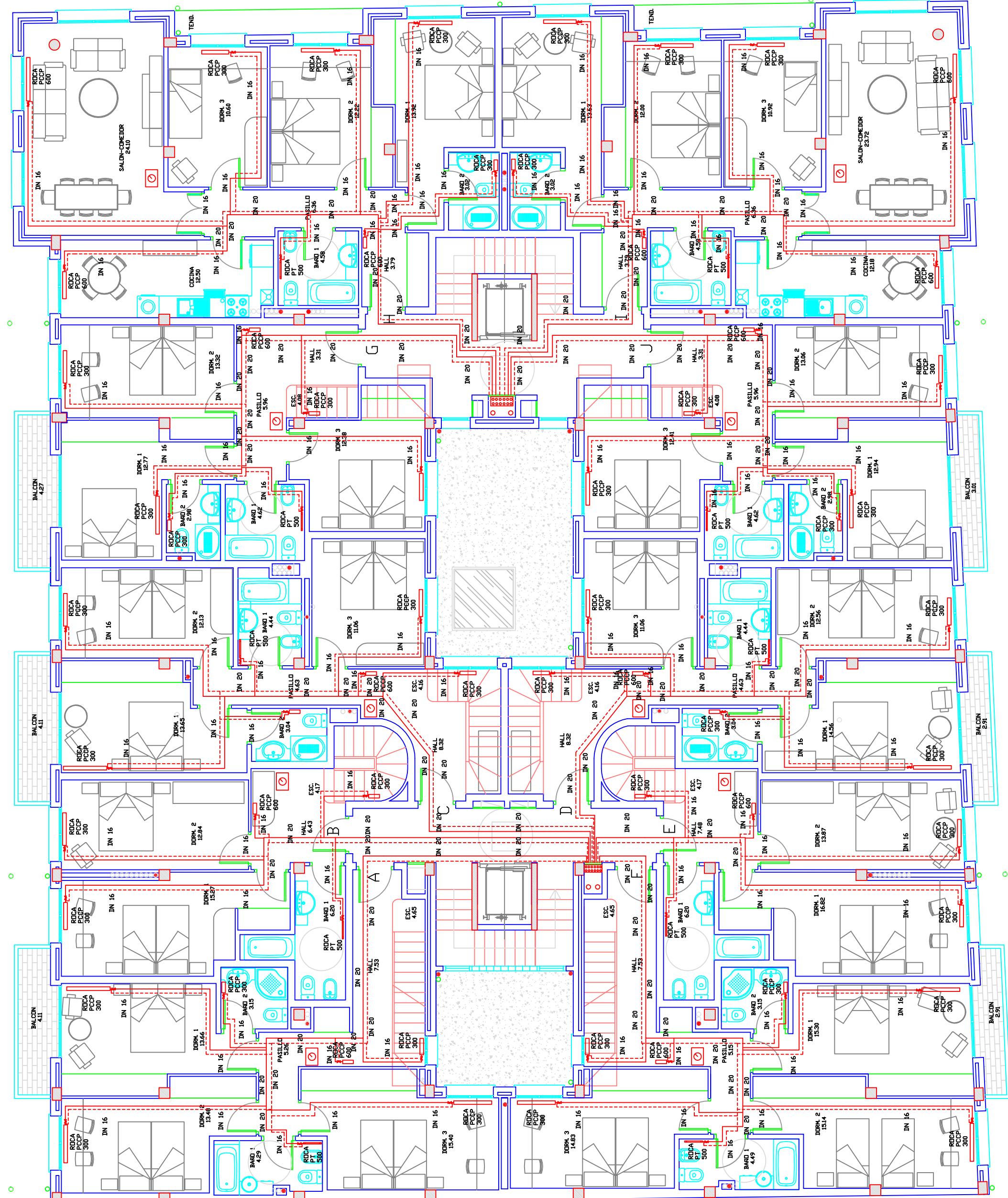
Distribución F	Modelo radiador	Altura y Longitud radiador(mm)	Potencia radiador (kcal/h)
Cocina	Reca RCPF 600	600 x 750	1148
Dormitorio 1	Reca RCPF 300	300 x 900	757
Dormitorio 2	Reca RCPF 300	300 x 900	757
Dormitorio 3	Reca RCPF 300	300 x 750	630
Baño 1	Reca RPT 500	600 x 500	271
Baño 2	Reca RCPF 300	300 x 800	132
Salón y comedor	Reca RCPF 600	600 x 1200	1836
Hall	Reca RCPF 600	600 x 300	459
TOTAL - F			6110 kcal/h

Distribución G	Modelo radiador	Altura x Longitud (mm)	Potencia (kW/hb)
Cecina	Roca PCCP 600	600 x 600	918
Dormitorio 1	Roca PCCP 500	500 x 500	757
Dormitorio 2	Roca PCCP 500	500 x 500	757
Dormitorio 3	Roca PCCP 500	500 x 500	757
Bano 1	Roca PPI 500	600 x 500	271
Bano 2	Roca PCCP 500	500 x 500	252
Salón-comedor	Roca PCCP 600	600 x 1200	1856
Pasillo Hall	Roca PCCP 600	600 x 300	459
TOTAL - G			5860 kW/hb

EJEMPLO ESQUEMA DE COLECTORES VÁLVULAS DE ZONA EN RELLAND ESCALERAS
 PARA VIVIENDAS -A- Y -D-.



	E.T.S.I.I.T. Ingeniero técnico industrial M.	DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e Ingeniería rural
	UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA Nafarroako Unibertsitate Publikoa	REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA		FIRMA:
PLANO: CALEFACCIÓN EMISORES PRIMERA PLANTA	FECHA: 25-06-12	Nº PLANO: 16

[illegible]

Distribution B	Modelo radiador	Altura ± 3 radiador (cm)	Potencia radiador (kcal/h)
Distribuidor 1	Roca P.V.C 300	300 \pm 750	630
Distribuidor 2	Roca P.V.C 300	300 \pm 500	757
Salvavoz	Roca P.V.C 300	600 \pm 500	757
Salvavoz	Roca P.V.C 300	600 \pm 500	459
Salvavoz	Roca P.V.C 300	600 \pm 500	271
Salvavoz	Roca P.V.C 300	600 \pm 750	1148
Salvavoz	Roca P.V.C 300	500 \pm 450	378
Salvavoz	Roca P.V.C 300	500 \pm 450	378
Salvavoz	Roca P.V.C 300	600 \pm 200	1836
Salvavoz	Roca P.V.C 300	500 \pm 500	1576
TOTAL - B			6740 kcal/h \pm 3 (4377) kcal/h

Distribución C	Modelo radiador	Altura y profundidad radiador (cm)	Potencia radiador (Kcal/h)
Dormitorio 1	Roca P.V.C.P. 300	300 x 1200	1009
Dormitorio 2	Roca P.V.C.P. 300	300 x 1200	1009
Dormitorio 3	Roca P.V.C.P. 300	300 x 1200	1009
Baño 1	Roca P.F. 500	600 x 500	271
Baño 2	Roca P.F. 500	600 x 500	271
Baño 3	Roca P.V.C.P. 300	300 x 300	252
Escaleras	Roca P.V.C.P. 300	300 x 450	378
Hall	Roca P.V.C.P. 600	600 x 300	459
* Cocina	Roca P.V.C.P. 600	600 x 600	918
* Distribuidor	Roca P.V.C.P. 300	300 x 600	504
* Distribuidor	Roca P.V.C.P. 300	300 x 600	504
* Sala-comedor	Roca P.V.C.P. 600	600 x 1200	1336
* Pasillo	Roca P.V.C.P. 600	600 x 450	687
TOT. M. + C			985 Kcal/h + 3 (4199) Kcal/h

[illegible]

Distribution H	Modelo radiador	Longitud radiador (mm)	Área y longitud radiador (cm ² /h)	Potencia radiador (kcal/h)
Cranza	Roca PCCP 400	400 x 750	1143	
Dormitorio 1	Roca PCCP 300	300 x 900	757	
Dormitorio 2	Roca PCCP 300	300 x 900	757	
Dormitorio 3	Roca PCCP 300	300 x 750	657	
Baño	Roca P7 500	500 x 500	571	
Comedor	Roca PCCP 600	600 x 900	1286	
Salón-comedor	Roca PCCP 600	600 x 1200	1836	
Pasillo	Roca PCCP 600	600 x 300	459	
Hall				
TOTAL - H				610 kcal/h

Distinction F	Modelo radiador	Altura y longitud Almendra (cm)	Peso (kg)
Dominio 1	Roca P.V.C.P 300	300 x 1050	883
Dominio 2	Roca P.V.C.P 300	300 x 1050	883
Radio 1	Roca P.V.C.P 300	1350 x 500	610
Radio 2	Roca P.V.C.P 300	300 x 300	252
Escaleras	Roca P.V.C.P 300	300 x 450	378
Pavimento	Roca P.V.C.P 600	600 x 300	478
* Cocina	Roca P.V.C.P 300	600 x 750	1148
* Ases	Roca P.V.C.P 300	300 x 450	504
* Sillon-comedor	Roca P.V.C.P 600	300 x 1200	378
TOTAL - F			561356
			2 (4438) weight
			* 3 (3866) weight

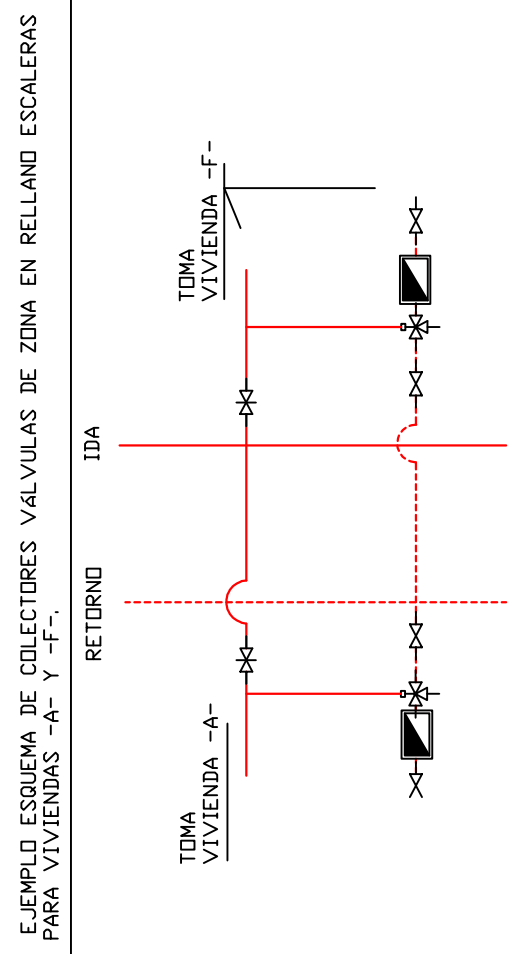
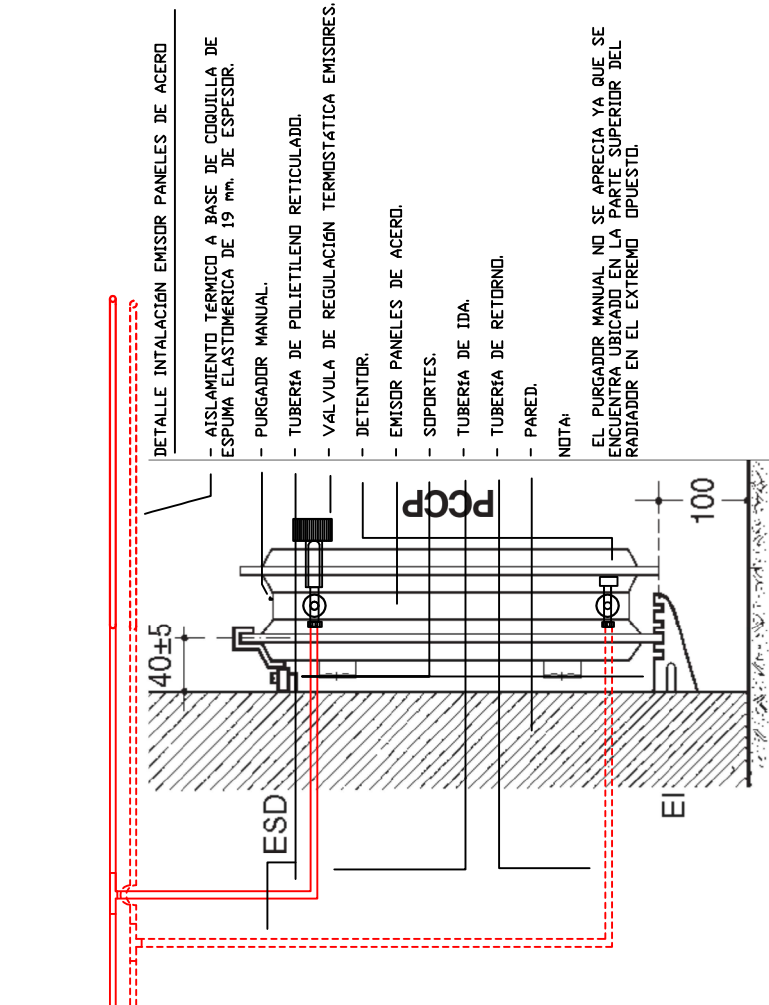
Distribution E	Model/radiolabel	Altura x Longitud (mm)	Potencia (calcd/lt)
Domino 1	Rosa FUCT 300	300 x 750	54
Domino 2	Rosa FUCT 300	300 x 750	53
Domino 3	Rosa FUCT 300	300 x 300	252
Domino 4	Rosa FUCT 300	300 x 300	252
Hall	Rosa FUCT 600	600 x 300	459
Ratio 1	Rosa PT 500	600 x 500	271
Ratio 2	Rosa PT 500	600 x 500	271
* Distributor	Rosa FUCT 300	300 x 450	378
* Distributor	Rosa FUCT 300	300 x 450	378
* Ratio 2	Rosa FUCT 300	300 x 300	252
* Salon-comedor	Rosa FUCT 600	600 x 1050	1607
* Domino 3	Rosa FUCT 300	300 x 750	530
TOTAL - E			5990 kcalh
			2,216,160 kcalh
			* 3 (SRH) kcalh

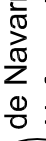
Distribution D	Model's scheduler	Alma's Alma ⁺	Predicts health
Combinator 1	Rena PCP 600	600	600
Combinator 2	Rena PCP 300	300	600
Combinator 3	Rena PCP 300	300	750
Bale 1	Rena PF, 500	600	500
Bale 2	Rena PCP 300	300	250
Bale 3	Rena PCP 300	300	500
Paulo	Rena PCP 250	250	450
Paulo	Rena PCP 600	600	450
* Cristina	Rena PCP 600	600	1400
* Bruno	Rena PCP 600	300	500
* Bruno	Rena PCP 300	300	500
* Salim+combiner	Rena PCP 600	600	1900
* Paulo	Rena PCP 600	600	450
TOTAL - D			2,800 health + 3 (4000 kcal)

Distribución J	Modelo/radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (Watt/h)
Dominio 1	Rosa P.VCT 300	300-400	257
Dominio 2	Rosa P.VCT 300	300-400	257
Dominio 3	Rosa P.VCT 300	300-400	257
Dominio 4	Rosa P.T 500	600-500	271
Esato 1	Rosa P.VCT 300	300-500	252
Esato 2	Rosa P.VCT 300	300-500	252
Esato 3	Rosa P.VCT 300	300-500	252
Esato 4	Rosa P.VCT 600	600-500	459
Esato 5	Rosa P.VCT 600	600-500	1377
Esato 6	Rosa P.VCT 600	300-450	378
Esato 7	Rosa P.VCT 600	300-450	302
Esato 8	Rosa P.VCT 600	600-1350	266
Esato 9	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 10	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 11	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 12	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 13	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 14	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 15	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 16	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 17	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 18	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 19	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 20	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 21	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 22	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 23	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 24	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 25	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 26	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 27	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 28	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 29	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 30	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 31	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 32	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 33	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 34	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 35	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 36	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 37	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 38	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 39	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 40	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 41	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 42	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 43	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 44	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 45	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 46	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 47	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 48	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 49	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 50	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 51	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 52	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 53	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 54	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 55	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 56	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 57	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 58	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 59	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 60	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 61	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 62	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 63	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 64	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 65	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 66	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 67	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 68	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 69	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 70	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 71	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 72	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 73	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 74	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 75	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 76	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 77	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 78	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 79	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 80	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 81	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 82	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 83	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 84	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 85	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 86	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 87	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 88	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 89	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 90	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 91	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 92	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 93	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 94	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 95	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 96	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 97	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 98	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 99	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 100	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 101	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 102	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 103	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 104	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 105	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 106	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 107	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 108	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 109	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 110	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 111	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 112	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 113	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 114	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 115	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 116	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 117	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 118	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 119	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 120	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 121	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 122	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 123	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 124	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 125	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 126	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 127	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 128	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 129	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 130	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 131	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 132	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 133	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 134	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 135	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 136	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 137	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 138	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 139	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 140	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 141	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 142	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 143	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 144	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 145	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 146	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 147	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 148	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 149	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 150	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 151	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 152	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 153	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 154	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 155	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 156	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 157	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 158	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 159	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 160	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 161	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 162	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 163	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 164	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 165	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 166	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 167	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 168	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 169	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 170	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 171	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 172	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 173	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 174	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 175	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 176	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 177	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 178	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 179	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 180	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 181	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 182	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 183	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 184	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 185	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 186	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 187	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 188	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 189	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 190	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 191	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 192	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 193	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 194	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 195	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 196	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 197	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 198	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 199	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 200	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 201	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 202	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 203	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 204	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 205	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 206	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 207	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 208	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 209	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 210	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 211	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 212	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 213	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 214	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 215	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 216	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 217	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 218	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 219	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 220	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 221	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 222	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 223	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 224	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 225	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 226	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 227	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 228	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 229	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 230	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 231	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 232	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 233	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 234	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 235	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 236	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 237	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 238	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 239	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 240	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 241	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 242	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 243	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 244	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 245	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 246	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 247	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 248	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 249	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 250	Rosa P.VCT 600	600-1350	244
Esato 251	Rosa P.VCT 60		

Distribution I	Modelo radiador	Altura y Longitud (mm)	Potencia (leaf/h)
Cochin	Roca PCCP 600	600 • 600	918
Dominio 1	Roca PCCP 300	300 • 300	755
Dominio 2	Roca PCCP 300	300 • 300	755
Dominio 3	Roca PCCP 300	300 • 750	630
Baño 1	Roca PT 500	600 • 500	271
Baño 2	Roca PCCP 300	300 • 300	255
Salón-comedor	Roca PCCP 600	600 • 1200	1836
Presillo			
Hall	Roca PCCP 600	600 • 300	459
TOTAL • 1			\$880 leaf/h

LEYENDA DE CALEFACCIÓN



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. Ingeniero técnico industrial	DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e Ingeniería rural
	M. M.	REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA		FIRMA:
PLANO: CALEFACCIÓN EMISORES SEGUNDA PLANTA - PLANTA ATICO		FECHA: 25-06-12 ESCALA: 1/100 Nº PLANO: 17

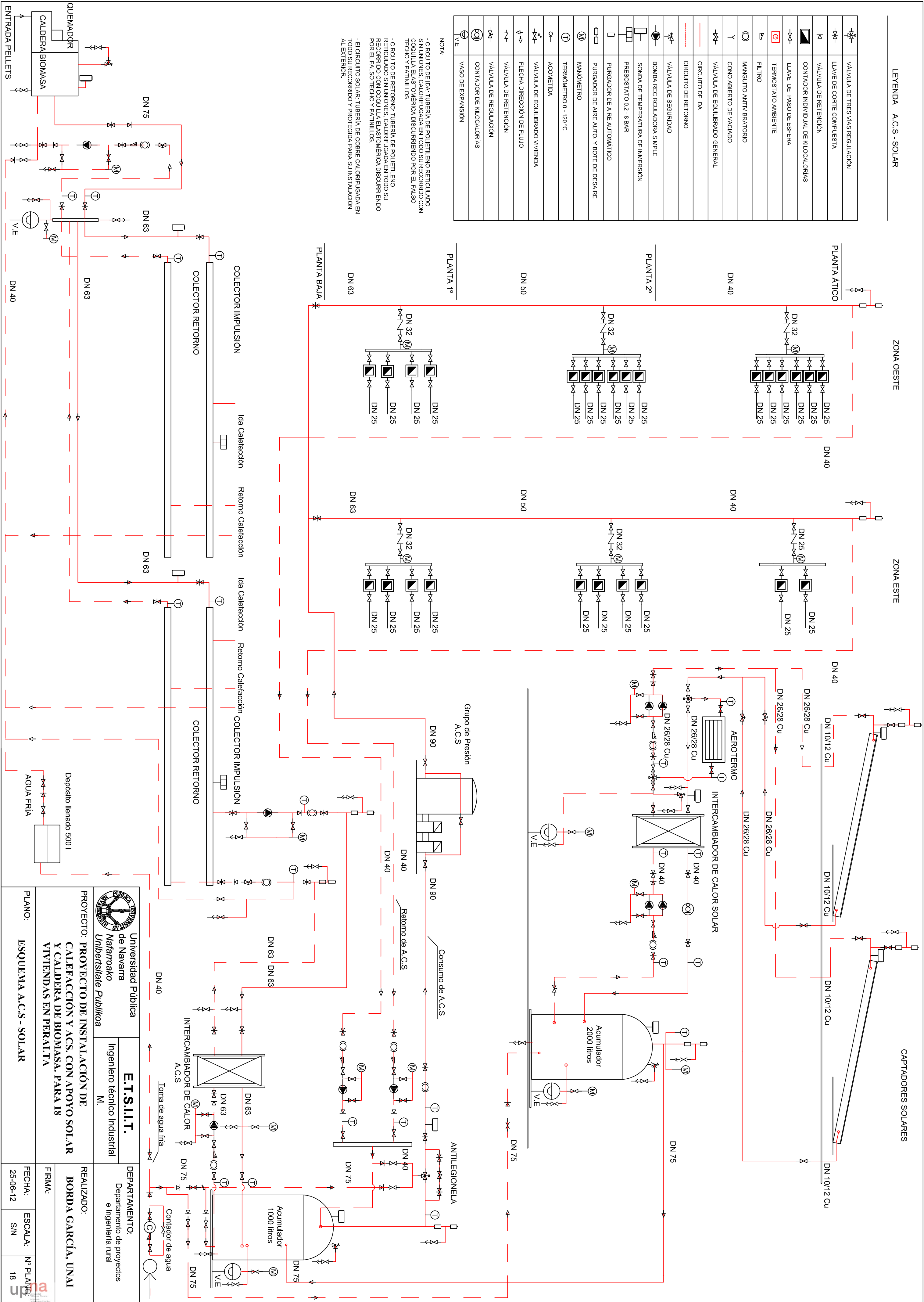
LEYENDA A.C.S. - SOLAR	
	VALVULA DE TRES VÍAS REGULACIÓN
	LLAVE DE CORTE COMPUESTA
	VALVULA DE RETENCIÓN
	CONTADOR INDIVIDUAL DE KILOCALORÍAS
	LLAVE DE PASO DE ESFERA
	TERMOSTATO AMBIENTE
	FILTRO
	MANGUITO ANTIVIBRATORIO
	CONO ABIERTO DE VACIADO
	VALVULA DE EQUILIBRADO GENERAL
	CIRCUITO DE IDA
	CIRCUITO DE RETORNO
	VALVULA DE SEGURIDAD
	BOMBA RECIRCULADORA SIMPLE
	SONDA DE TEMPERATURA DE INMERSIÓN
	PRESOSTATO 0,2 - 8 BAR
	PURGADOR DE AIRE AUTOMÁTICO
	MANÓMETRO
	TERMÓMETRO 0 - 120 °C
	ACOMETIDA
	VALVULA DE EQUILIBRADO VIVIENDA
	FLECHA DIRECCIÓN DE FLUJO
	VALVULA DE RETENCIÓN
	VALVULA DE REGULACIÓN
	CONTADOR DE KILOCALORÍAS
	VASO DE EXPANSIÓN


NOTA:

- CIRCUITO DE IDA: TUBERÍA DE POLIÉTFLENO RETICULADO SIN UNIONES. CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMÉRICA DISCURIENDO POR EL FALSO TECHO Y PATINILLOS.

- CIRCUITO DE RETORNO: TUBERÍA DE POLIÉTFLENO RETICULADO SIN UNIONES. CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMÉRICA DISCURIENDO POR EL FALSO TECHO Y PATINILLOS.

- EL CIRCUITO SOLAR: TUBERÍA DE COBRE CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO Y PROTEGIDA PARA SU INSTALACIÓN AL EXTERIOR.





Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

ET.S.I.I.T.

Ingeniero técnico Industrial
M.

DEPARTAMENTO:

Departamento de proyectos
e Ingeniería rural

PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE
CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR
Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA

REALIZADO:
BORDA GARCÍA, UNAI

PLANO:

ESQUEMA A.C.S. - SOLAR

FECHA:

25-06-12

ESCALA:

S/N

Nº PLANO:

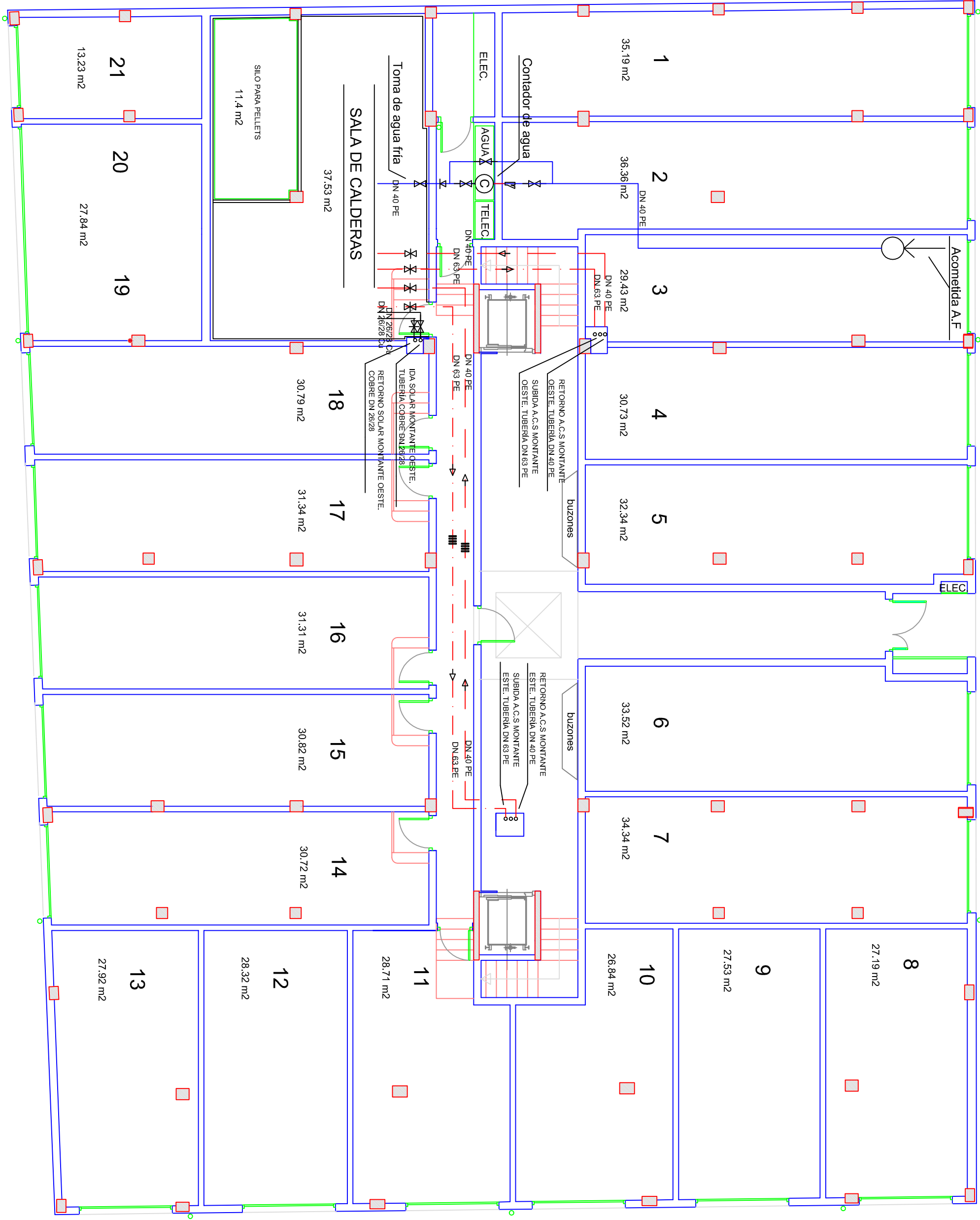
18

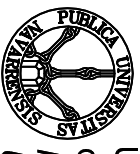
LEYENDA A.C.S

—○—	ACOMETIDA
—K—	LLAVE DE CORTE COMPUERTA
K	VALVULA DE RETENCION
⊙	CONTADOR GENERAL AGUA FRIA
—K—	LLAVE DE PASO DE ESFERA
	DILATADORES
⊥	FILTRO
⊙	MANGUITO ANTIVIBRATORIO
—	TUBERIA COBRE CIRCUITO SOLAR
—	TUBERIA DE POLIETILENO AGUA FRIA
— · — · —	TUBERIA DE POLIETILENO AGUA CALIENTE
— — —	CIRCUITO DE RETORNO AGUA CALIENTE

NOTA:

- CIRCUITO DE A.C.S. TUBERIA DE POLIETILENO RETICULADO SIN UNIONES, CALORIFICADA EN TODO SU RECORRIDO CON CODOCILLA FLEXIBLE DE ESPUMA ELASTOMERICA CLIMATEX 30mm. ESPESOR MINIMO DISCURRENDO POR EL FALSO TECHO Y PATINILLOS.
- EL CIRCUITO SOLAR TUBERIA DE COBRE CALORIFICADA EN TODO SU RECORRIDO Y PROTEGIDA PARA SU INSTALACION AL EXTERIOR.





Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
Ingeniero técnico Industrial
M.

DEPARTAMENTO:
Departamento de proyectos
e Ingeniería rural

PROYECTO: **PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA**

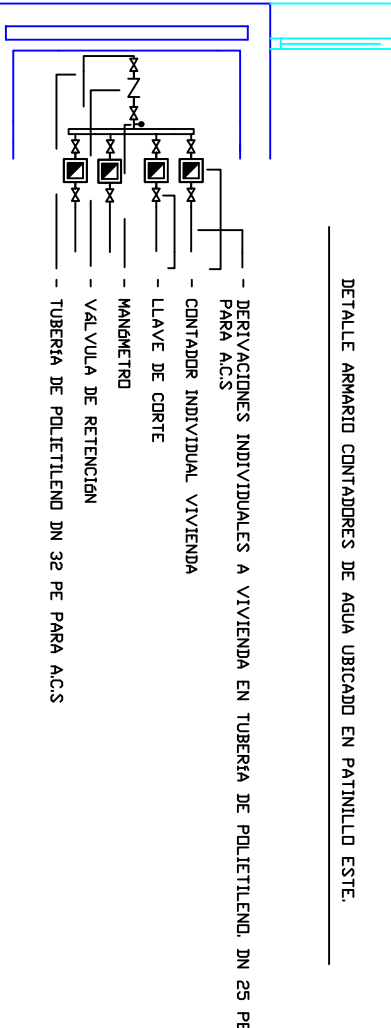
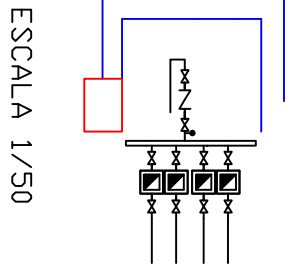
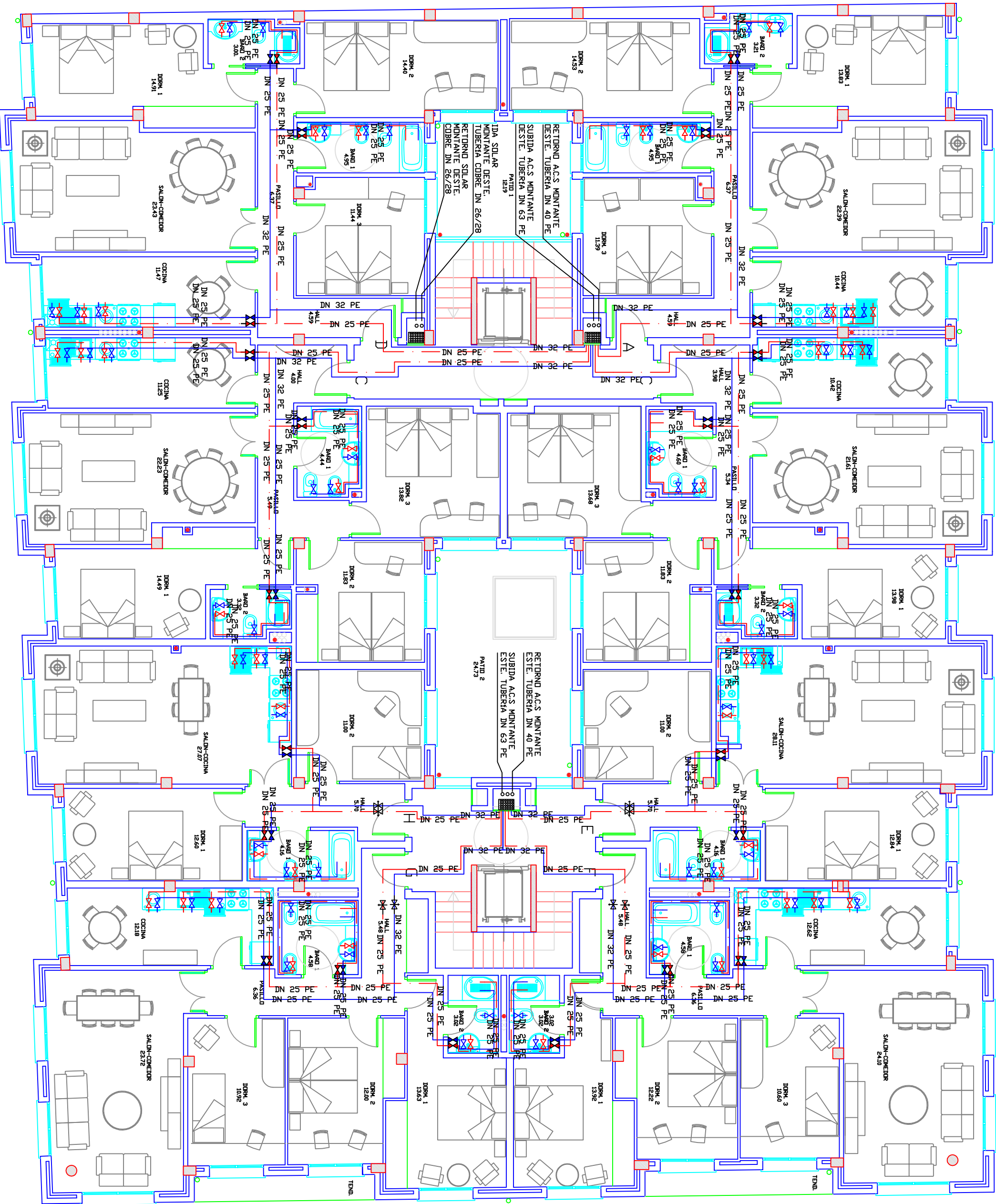
REALIZADO: **BORDA GARCÍA, UNAI**

PLANO: **A.C.S. PLANTA BAJA**

FECHA: 25-06-12

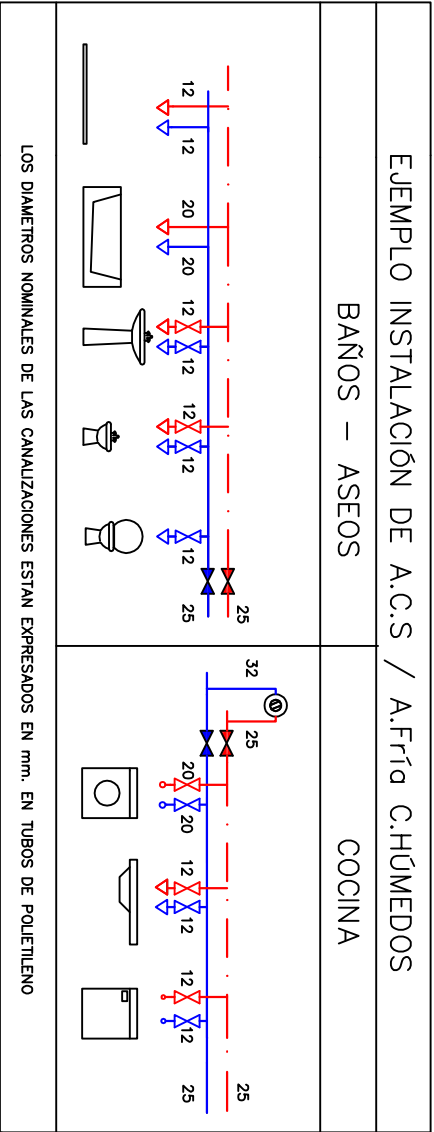
ESCALA: 1/100

Nº PLANO: 19



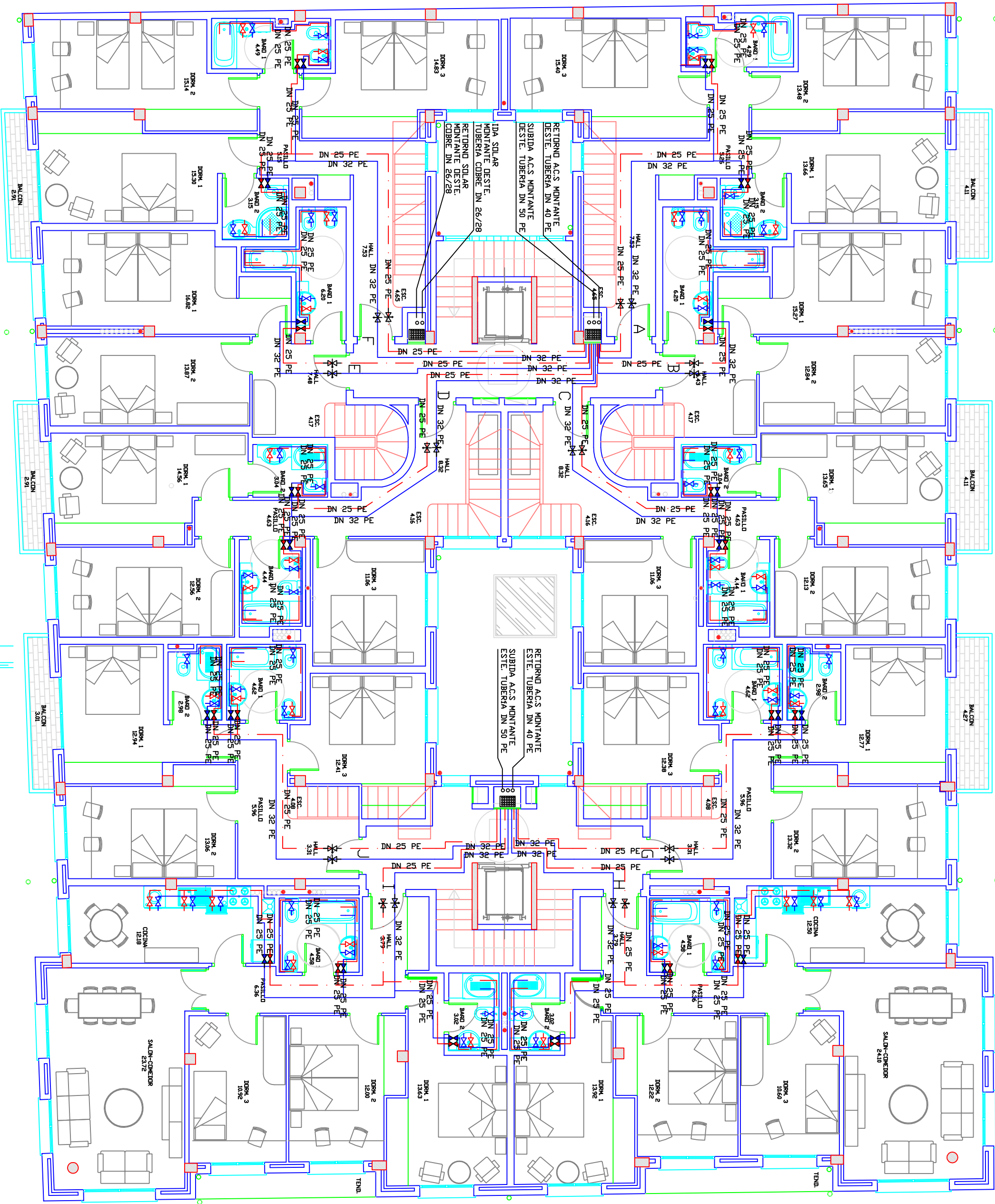
LEYENDA ACS / A/Frío	
	Llave de corte entrada vivienda Agua Fría / Agua Caliente
	Contador individual con llaves de paso
	Llave de paso Agua Fría
	Llave de paso Agua Caliente
	Válvula de retención
	Llave de paso total empotrada cuartos húmedos A. Fría
	Llave de paso total empotrada cuartos húmedos A. Caliente
	Conexión a grifo de Agua Fría / Agua Caliente
	Conexión a electrodoméstico Agua Fría / Agua Caliente
	Tubería polietileno Agua Fría
	Tubería polietileno Agua Caliente

NOTA:
- CIRCUITO DE ACS. TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO SIN UNIONES CALDETRUGAM
EN TODO SU RECORRIDO CON CABLETULA FLEXIBLE DE ESPUMA ELASTOMÉRICA CLIMAFLEX DE
20 mm. ESPESOR MÍNIMO DISCREPIDO POR EL FALSO TEOHO Y PATINILLOS.
- SE MUESTRARÁN LOS DETALLES DE LAS CONEXIONES A GRIFOS Y A ELECTRODOMÉSTICOS SÓLO
EN EL EJEMPLO DE INSTALACIÓN QUE APARECE ABAJO.

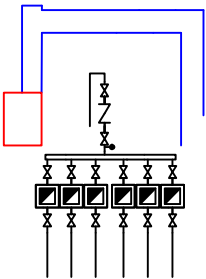


EJEMPLO INSTALACIÓN DE A.C.S. / A/Frío C.HÚMEDOS	
BAÑOS – ASEO	COCINA
LOS DIÁMETROS NOMINALES DE LAS CANALIZACIONES ESTÁN EXPRESADOS EN mm. EN TUBOS DE POLIETILENO	
DIÁMETRO DE DERIVACIÓN A LOS APARATOS ACS / A/Frío	
COCINA	
- LAVADORA DOMÉSTICA	
- FREGADERO DOMÉSTICO	
- LAVAVAJILLAS DOMÉSTICO	
BAÑOS / ASEO	
- DUCHA	
- BAÑERA < 1.4 m.	
- LAVABO	
- INODORO CON CISTERNA	
DIÁMETRO DE ALIMENTACIÓN A CUARTOS HÚMEDOS	
- BAÑO 1	
- BAÑO 2	
- ASEO	
- CISTERNA	
DIÁMETRO DE ALIMENTACIÓN A CADA VIVIENDA	
- ENTRADA VIVIENDA	

		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e Ingeniería rural	
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		Ingeniero técnico Industrial M.		REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI	
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA		FIRMA:		FECHA: 25-06-12	
PLANO: A.C.S. PRIMERA PLANTA		ESCALA: 1/100		Nº PLANO: 20	

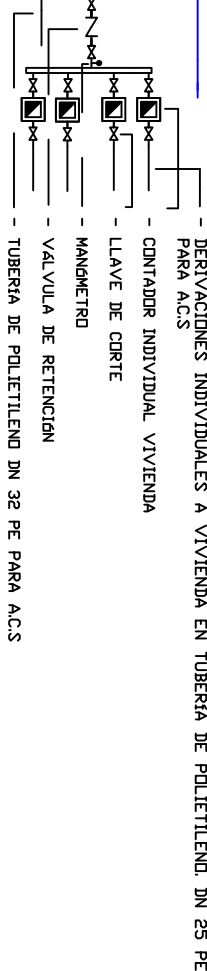


DETALLE ARMARIO CONTADORES DE AGUA UBICADO EN PATINILLO DESTE.



ESCALA 1/50

DETALLE ARMARIO CONTADORES DE AGUA UBICADO EN PATINILLO ESTE.

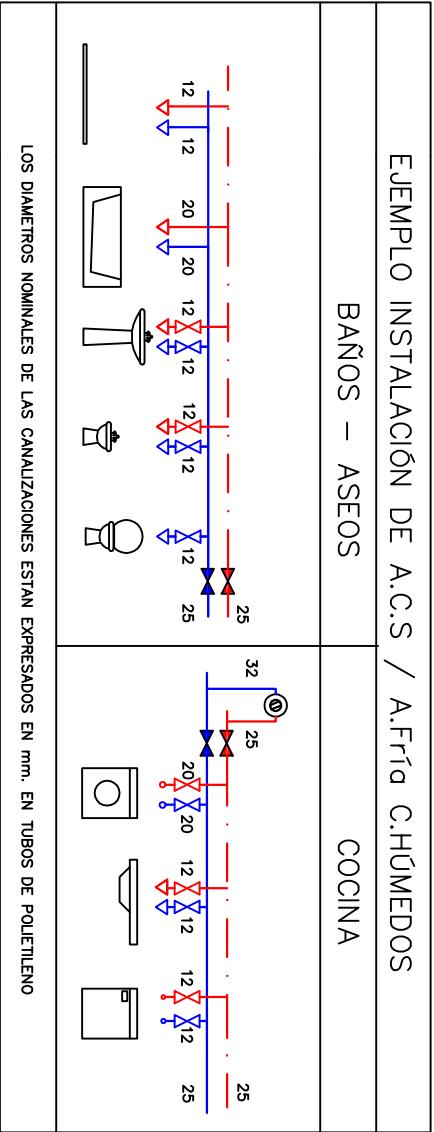


ESCALA 1/50


LEYENDA ACS / A.Fría

⌘	Llave de corte entrada vivienda Agua Fría / Agua Caliente
⌘	Contador individual con llaves de paso
⌘	Llave de paso Agua Fría
⌘	Llave de paso Agua Caliente
⌘	Válvula de retención
⌘	Llave de paso total empotrada cuartos húmedos A. Fría
⌘	Llave de paso total empotrada cuartos húmedos A. Caliente
⌘	Conexión a grifo de Agua Fría / Agua Caliente
⌘	Conexión a electrodoméstico Agua Fría / Agua Caliente
⌘	Tubería polietileno Agua Fría
⌘	Tubería polietileno Agua Caliente

NOTA:
- CIRCUITO DE ACS. TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO SIN UNIONES. CALDERIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO CON CÉDULA FLEXIBLE DE ESPUMA ELÁSTICA CLIMAFLEX DE 20 mm. ESPESOR MÍNIMO DISCURRIENDO POR EL FALSO TECHO Y PATINILLOS.
- SE MOSTRARÁN LOS DETALLES DE LAS CONEXIONES A GRIFOS Y A ELECTRODOMÉSTICOS SÓLO EN EL EJEMPLO DE INSTALACIÓN QUE APARECE ABAJO.



DIÁMETRO DE DERIVACIÓN A LOS APARATOS	ACS / A.Fr�a
COCINA	
- LAVADORA DOMÉSTICA	DN 20 PE / DN 20 PE
- FREGADERO DOMÉSTICO	DN 12 PE / DN 12 PE
- LAVAVAJILLAS DOMÉSTICO	DN 12 PE / DN 12 PE
- BA�OS / ASEOS	
- DUCHA	DN 12 PE / DN 12 PE
- BA�ERA < 1.4 m.	DN 20 PE / DN 20 PE
- LAVABO	DN 12 PE / DN 12 PE
- BID�	DN 12 PE / DN 12 PE
- INODORO CON CISTERNA	DN 12 PE / DN 12 PE
DIÁMETRO DE ALIMENTACIÓN A CUARTOS H�MEDOS	
- BA�O 1	DN 25 PE / DN 25 PE
- BA�O 2	DN 20 PE / DN 20 PE
- ASEO	DN 20 PE / DN 20 PE
- CUCINA	DN 20 PE / DN 20 PE
DIÁMETRO DE ALIMENTACIÓN A CADA VIVIENDA	
- ENTRADA VIVIENDA	DN 25 PE / DN 32 PE

 Universidad P�blica de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e ingenier�a rural
	Ingeniero técnico Industrial M.		
PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA			REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI
FIRMA:			
PLANO: A.C.S. SEGUNDA PLANTA	FECHA: 25-06-12	ESCALA: 1/100	N� PLANO: 21

LEYENDA SALA DE CALDERAS

	VÁLVULA DE TRES VÍAS REGULACIÓN
	LLAVE DE CORTE COMPUESTA
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	CONTADOR INDIVIDUAL DE KILOCALORÍAS
	LLAVE DE PASO DE ESFERA
	TERMOSTATO AMBIENTE
	FILTRO
	MANGUITO ANTIVIBRATORIO
	CONO ABIERTO DE VACÍO
	VÁLVULA DE EQUILIBRAO GENERAL
	CIRCUITO DE IDA
	CIRCUITO DE RETORNO
	VÁLVULA DE SEGURIDAD
	BOMBA RECIRCULADORA SIMPLE
	SONDA DE TEMPERATURA DE INMERSIÓN
	PRESOSTATO 0.2 - 8 BAR
	PURGADOR DE AIRE AUTOMÁTICO
	PURGADOR DE AIRE AUTO. Y BOTE DE DESAIRE
	MANÓMETRO
	TERMÓMETRO 0 - 120 °C
	ACOMETIDA
	VÁLVULA DE EQUILIBRAO VIVIENDA
	FLECHA DIRECCIÓN DE FLUJO
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	VÁLVULA DE REGULACIÓN
	CONTADOR DE KILOCALORÍAS
	VASO DE EXPANSIÓN

NOTA:

- CIRCUITO DE IDA: TUBERÍA DE POLIÉTFENO RETICULADO SIN UNIONES. CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMÉRICA DISCURRIENDO POR EL FALSO TECHO Y PATINILLOS.
- CIRCUITO DE RETORNO: TUBERÍA DE POLIÉTFENO RETICULADO SIN UNIONES. CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO CON COQUILLA ELASTOMÉRICA DISCURRIENDO POR EL FALSO TECHO Y PATINILLOS.
- EL CIRCUITO SOLAR: TUBERÍA DE COBRE CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO Y PROTEGIDA PARA SU INSTALACIÓN AL EXTERIOR.

- 1

CALDERA DE BIOMASA. MARCA HERZ. MODELO BIOMATTC 54-220kW
- 2

QUEMADOR
- 3

CONTENEDOR DE CENIZAS
- 4

TORNILLO SINFIN ARTICULADO
- 5

SILLO ALMACENAMIENTO PELLETS 24.28 m³
- 6

CHIMENEA EXTRACCIÓN HUMOS Ø 250 mm
- 7

INTERCAMBIADOR DE CALOR SOLAR
- 8

DEPÓSITO ACUMULACIÓN SOLAR 2000 litros
- 9

VASO EXPANSIÓN SOLAR
- 10

INTERCAMBIADOR DE CALOR CIRCUITO A.C.S
- 11

DEPÓSITO ACUMULACIÓN A.C.S 1000 litros
- 12

VASO DE EXPANSIÓN CIRCUITO DE CALEFACCIÓN
- 13

GRUPO DE PRESIÓN DE A.C.S
- 14

ZONA CARGA Y DESCARGA DE PELLETS

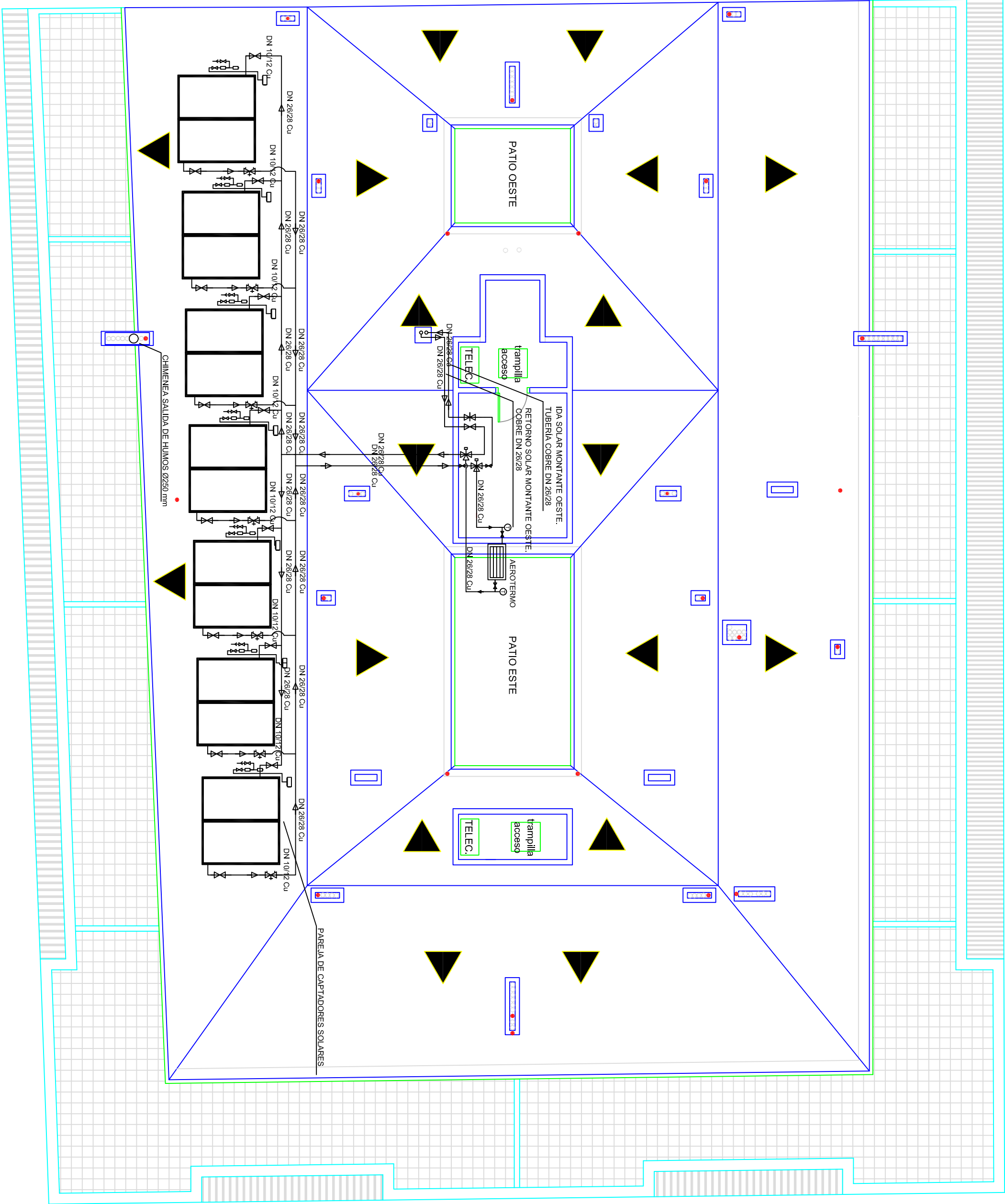
	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. Ingeniero técnico Industrial M.	DEPARTAMENTO: Departamento de proyectos e Ingeniería rural
	PROYECTO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA		
PLANO:	SALA DE CALDERAS	FIRMA:	REALIZADO: BORDA GARCÍA, UNAI
FECHA:	25-06-12	ESCALA:	1/50
		Nº PLANO:	23

LEYENDA CIRCUITO SOLAR

	VALVULA DE TRES VIAS REGULACION
	LLAVE DE CORTE COMPUESTA
	LLAVE DE PASO DE ESPERA
	CONO ABIERTO DE VACIADO
	VALVULA DE EQUILIBRADO GENERAL
	CIRCUITO DE IDA / CIRCUITO DE RETORNO
	SONDA DE TEMPERATURA DE INMERSION
	PURGADOR DE AIRE AUTOMÁTICO
	PURGADOR DE AIRE AUTO. Y BOTE DE DESAIRE
	FLECHA DIRECCIÓN DE FLUJO
	TERMOMETRO 0 - 120 °C

NOTA:

- EL CIRCUITO SOLAR: TUBERÍA DE COBRE CALORIFUGADA EN TODO SU RECORRIDO Y PROTEGIDA PARA SU INSTALACION AL EXTERIOR.
- LOS CAPTADORES SOLARES CONECTADOS EN SERIE EN GRUPOS DE 2 UNIDADES. MARCA: WAGNER & CO. MODELO: EURO C20 AR.
- LA INSTALACION SE COMPONE DE 14 CAPTADORES CON UNA SUPERFICIE UTIL DE 2,36 m² CADA UNIDAD, HACIENDO UN TOTAL DE 33,5 m² DE SUPERFICIE CAPTADORA, ORIENTADOS 5° AL SUR, 22° CON RESPECTO LA HORIZONTAL.



	Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	Departamento de proyectos e Ingeniería rural
	Unibertsitate Publikoa		

PROYECTO:	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS, CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA, PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA	REALIZADO:	BORDA GARCÍA, UNAI
-----------	--	------------	--------------------

PLANO:	CUBIERTA CAPTADORES SOLARES	FECHA:	25-06-12	ESCALA:	1/100	Nº PLANO:	24
--------	-----------------------------	--------	----------	---------	-------	-----------	----



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS.
CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA.

PLIEGO DE CONDICIONES

Unai Borda García

José V. Valdenebro García

Pamplona, 25 de Junio de 2012

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3.
2. CONDICIONES GENERALES.....	4.
3. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	5.
4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	8.
5. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	10.
6. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. APARATOS.....	10.
6.1. EQUIPOS GENERALES Y ELEMENTOS AUXILIARES.....	12.
7. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. VALVULERÍA Y ACCESORIOS.....	38.
8. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES Y DE MONTAJE....	40.
8.1. GENERALIDADES.....	40.
9. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES.	42.

10. PRUEBA Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN.....	60.
11. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	62.
12. GARANTÍAS.....	65.
13. OBSERVACIONES.....	66.

PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO

El presente documento tiene por finalidad definir las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales, maquinas y equipos para la correcta ejecución del proyecto de Instalación de Calefacción y ACS con apoyo solar y caldera de biomasa para 18 viviendas en Peralta, Navarra.

Extensión de los trabajos a realizar por el instalador o contratista, y que, por lo tanto, deberán estar plenamente incluidos en su oferta.

1. Materiales complementarios para el perfecto acabado de la instalación, no relacionados explícitamente en el presupuesto pero que por su lógica aplicación quedan incluidos en el suministro del instalador.
2. Calidad y forma de instalación de los diferentes equipos y elementos primarios y auxiliares.
3. Pruebas y ensayos parciales a realizar durante el transcurso de los montajes o finales provisionales y definitivos de las correspondientes recepciones.
4. Las garantías exigidas tanto en los materiales, como en su montaje o en su funcionamiento conjunto. El objetivo es establecer las pautas que permitan una correcta ejecución de la instalación definida por el proyecto, con el objeto de poder realizar un control de la temperatura, humedad, pureza de todos los recintos, atendiendo a consumos racionales de energía, con un mantenimiento proporcionado y sin detrimento de otros aspectos que afecten al confort o seguridad del edificio.

Todos los trabajos y especificaciones que se indican en PLANOS, PRESUPUESTO, CALCULOS y MEMORIA están incluidos, excepto que se especifique su exclusión.

2. CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego forma parte de la documentación del Proyecto, que se cita y registrará en las obras para la realización del mismo.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Director de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la Contrata y los gremios o subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Los trabajos a realizar se ejecutaran de acuerdo con el Proyecto y demás documentos redactados por el autor del mismo. La descripción del Proyecto y los planos de que consta figuran en la Memoria.

Cualquier variación que se pretendiere ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser puesta, previamente, en conocimiento del Director, sin cuyo conocimiento no será ejecutada.

En caso contrario, la Contrata, ejecutante de dicha unidad de obra, responderá de las consecuencias que ello originase. No será justificante ni eximente a estos efectos, el hecho de que la indicación de variación proviniera del señor Propietario.

Asimismo, la Contrata nombrará un Encargado General, el cual deberá estar constantemente en obra, mientras en ella trabajen obreros de su gremio.

La misión del Encargado será la de atender y entender las ordenes de la Dirección Facultativa, conocerá el presente "Pliego de Condiciones" exhibido por la Contrata y velará de que el trabajo se ejecute en buenas condiciones y según las buenas artes de la construcción.

Se dispondrá de un "Libro de Ordenes y Asistencias" del que se hará cargo el Encargado que señale la Dirección. La Dirección escribirá en el mismo aquellos datos, ordenes o circunstancias que estime convenientes. Asimismo, el Encargado podrá hacer Uso del mismo, para hacer constar los datos que estime convenientes.

El citado "Libro de Ordenes y Asistencias" se registrará según el Decreto 462/1.971 y la Orden de 9 de Junio de 1.971.

3. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.

Es obligación de la Contrata, el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director y dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las ordenes emanadas del Director de obra, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la Propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Director de obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Por falta en el cumplimiento de las Instrucciones de los Técnicos o a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Director de obra lo reclame.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director de obra del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación. El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales de índole técnica" del "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación" y realizara todos y cada uno de los trabajos contratados, de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en estos, puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el Director de obra o sus subalternos no le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de obra o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o que los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y

antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la Contrata.

Si el Director de obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de defectos ocultos en las obras ejecutadas, ordenara efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Director de obra, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto, el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contrasignados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, Vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados, serán de cargo del Contratista. Cuando los materiales o aparatos no fueran de calidad requerida o no estuvieren perfectamente preparados, el Director de obra dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Director de obra.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, maquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la Reglamentación vigente y las especificaciones de las Instrucciones Técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de contabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizaran en presencia del director de obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito. A lo largo de la ejecución deberá haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción, etc., de todos los elementos que haya indicado el director de obra.

Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

Terminada la instalación, Será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite el director de la obra. Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el director de obra, se procederá, al acto de recepción provisional de la instalación.

Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación. Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya cursado avisado en contra antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el director de obra tales como limpieza, suministro de energía, etc...

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Director de obra, expresadas en los Art. precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por si o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto, específicamente, en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y relación con los trabajos que, para la ejecución de las instalaciones u obras anejas, se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Instalador, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Director de obra, en nombre y representación del Propietario, las ordenara ejecutar a un tercero, o directamente por administración, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario.

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales o de mano de obra de trabajos, que no figuren entre los contratados, se fijaran contradictoriamente entre el Director de obra y el Contratista o su representante expresamente autorizado a estos efectos. El Contratista los presentara descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no ser este documento el que sirva de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las cantidades de obra en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del Contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de índole Facultativa", sino en el caso de que el Director de obra o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de la adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alteraran la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijara siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a sujeción a los documentos del Proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las ordenes e instrucciones que, por escrito, entregue el Director de obra, y siempre dentro de las cifras a que asciendan los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente "Pliego de Condiciones Generales de índole Económica" a estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el Proyecto o en el Presupuesto podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna especie.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban terminarse.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el Director de obra ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá, en cada momento, con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la instalación durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda al mantenimiento, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

El Director de obra se niega, de antemano, al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

5. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.

Ambas partes se comprometen, en sus diferencias, al arbitrio de amigables componedores, designados, uno de ellos por el Propietario, otro por la Contrata y tres técnicos por el Colegio Oficial correspondiente, uno de los cuales será forzosamente, el Director de la Obra.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y construcción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Director de obra haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Todos los trabajos o materiales empleados cumplirán la "Resolución General de Instrucciones para la Construcción", de 31 de Octubre de 1.986.

En todos los trabajos que se realicen en la obra se observaran y el encargado será el responsable de hacerlas cumplir, las normas que dispone el vigente Reglamento de seguridad en el Trabajo en la industria de la construcción, aprobado el 20 de Mayo de 1.952, las Ordenes complementarias de 19 de Diciembre de 1.953 y 23 de Septiembre de 1.966, y en la Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por Orden de 9 de Marzo de 1.971, así como lo dispuesto en la Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención de los Riesgos Laborales.

Se consideran causa suficientes para la rescisión del contrato las que a continuación se señalan:

- La quiebra de la contrata.
- Las alteraciones del proyecto por las siguientes causas:
 - Modificaciones fundamentales del proyecto. En cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto varíe, en torno el 25% de unidades del proyecto modificados.
 - Si la variación de alguna de las unidades de obra varían en más o menos el 40%.
 - El no dar comienzo la contrata a los trabajos, dentro del plazo señalado en las condiciones peculiares del proyecto.

-El incumplimiento de las condiciones del contrato. Cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra

- La terminación del plazo de ejecución de la obra, si haberse llegado a esta.

- El abandono de la obra si causa justificada.

El plazo de garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de recepción provisional de la obra.

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el pliego de cláusulas administrativas, el contratista garantiza en general todas las obras se ejecuten, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será de 1 año y durante este periodo el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización.

EMPRESA INSTALADORA

Se considera “Empresa Instaladora” (EI) aquella legalmente establecida que, incluyendo en su objeto social las actividades de montaje y reparación de las instalaciones sujetas a este reglamento y cumpliendo los requisitos mínimos establecidos en esta instrucción, se encuentre inscrita en el registro correspondiente como “Empresa Instaladora” y que posea el correspondiente certificado emitido por el órgano competente donde radique su domicilio social.

La ejecución de las instalaciones sujetas a este reglamentos solamente puede ser realizada por empresas que estén registradas como empresas instaladoras en la especialidad adecuada a la instalación de que se trate. La empresa instaladora tiene la obligación de ejecutar correctamente el montaje de las instalaciones y las reparaciones que tuvieran que realizar, ateniéndose al proyecto y siguiendo las directrices y normas del Director de obra, no pudiendo, sin su autorización, variar trazados, cambiar materiales ni introducir modificaciones en el proyecto de la instalación en su conjunto, especialmente en su pliego de condiciones técnicas.

La empresa instaladora es responsable de la ejecución de la obra y de las pruebas parciales y totales, de la puesta en marcha y del equilibrado de cada subsistema de la instalación y del conjunto, hasta que se alcancen las condiciones indicados en el proyecto, así como de la emisión del certificado de la instalación al que se refiere la ITE 06.5.1 La empresa instaladora deberá entregar al Director de la obra la documentación mencionada en la ITE 06.5.2, al momento de la Recepción Provisional.

EMPRESA DE MANTENIMIENTO

Se considera “Empresa de Mantenimiento” (EM) aquella legalmente establecida incluyendo en su objeto social las actividades de mantenimiento y reparación de las

instalaciones sujetas a este reglamento y cumpliendo los requisitos mínimos establecidos en esta instrucción, se encuentre inscrita en el registro correspondiente como “Empresa de Mantenimiento” y que posea el correspondiente certificado emitido por el órgano competente donde radique su domicilio social.

La empresa de mantenimiento es la responsable de que el mantenimiento de las instalación y las reparaciones que tuviera que realizar sean los adecuados para garantizar el uso racional de la energía y salvaguardar la duración y la seguridad de la instalación, pudiendo modificar, si lo considera oportuno, las instrucciones de manejo y mantenimiento de la misma, siempre que se respeten los mínimos indicados en la ITE 08. Cuando sea necesario sustituir equipos, piezas o materiales de una instalación, la empresa de mantenimiento es responsable de que los elementos nuevos que se instalen cumplan la normativa vigente en cuanto a nivel de calidad, homologación y aprobación o registro de tipos.

6. CONDICIONES DE INDOLE TÉCNICO.

6.1 EQUIPOS GENERALES Y ELEMENTOS AUXILIARES.

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de Industria y Energía que dispondrán de la etiqueta de identificación energética en la que se especifique el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético nominal con cada uno de ellos. Estos datos estarán escritos en castellano, marcados en caracteres indelebles.

La **caldera** deberá estar construida para poder ser equipadas con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión.

Todos los aparatos de producción de calor en donde por un defecto de funcionamiento se puedan producir concentraciones peligrosas de gases inflamables, o polvo de carbón, con potencia superior a 100 kW, estarán provistos de dispositivos antiexplosivos.

Las diversas partes de las calderas deben ser suficientemente estables y podrán dilatarse libremente, conservando la estanqueidad, sin producir ruidos. Los aparatos de calefacción deben estar provistos de un número suficiente de aberturas, fácilmente accesibles, para su limpieza y control.

Los dispositivos para la regulación del tiro, cuando estén permitidos, en los aparatos de producción de calor, deben estar provistos de indicadores correspondientes a las posiciones abierto y cerrado, y permanecerán estables en estas posiciones o en cualquier intermedia. Todas las calderas dispondrán de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar la llama.

Se podrán realizar, con facilidad e in situ, las operaciones de entretenimiento y limpieza de todas y cada una de las partes. Para ello se dispondrán, siempre que el tamaño de la caldera lo permita, los registros para limpieza necesarios.

El fabricante de la **caldera** deberá suministrar, en la documentación de la misma, los datos exigidos en IT 4.9.2. Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión, u otros que le afecten, toda caldera deberán incluirse los accesorios señalados en IT 4.9.3.

En lo referente a los requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de calor (IT 1.2.4.2.1), cuando se utilice **biomasa** como combustible, el rendimiento mínimo instantáneo exigido será del 75% a plena carga. Si se utilizan biocombustibles sólidos se deberá indicar el rendimiento del conjunto caldera-sistema de combustión para el 100% de la potencia máxima. Además, se deberá indicar el rendimiento y la temperatura media del agua del conjunto caldera-sistema de combustión cuando se utilice biomasa, a la potencia máxima demandada por el sistema de calefacción o por el sistema de agua caliente sanitaria.

En caso de tener que realizar un fraccionamiento de la potencia se deberá seguir lo dispuesto en la IT 1.2.4.1.2.2.

Dentro de la seguridad del sistema de calefacción, los sistemas alimentados con biocombustibles sólidos deberán cumplir lo dispuesto en la IT 1.3.4.1.1, es decir, un sistema de interrupción del funcionamiento de la combustión y del retroceso de la llama, un sistema de evacuación del calor residual de la caldera como consecuencia del biocombustible ya introducido antes de la interrupción del funcionamiento del sistema, etc.

Para el cumplimiento de la dimensión de la sala de máquinas deberá cumplirse la IT 1.3.4.1.2.5. Para el almacenamiento de los biocombustibles sólidos se deberán cumplir las normas contempladas en la IT 1.3.4.1.4. El lugar de almacenamiento podrá estar fuera o dentro del edificio destinado únicamente a este uso, y en función de ello habrá unas normas u otras.

Del mantenimiento y uso mencionando en la IT 3. Es importante destacar que, como norma, en las instalaciones alimentadas con **biocombustible sólido** se deberá comprobar el estado de almacenamiento del combustible, apertura y cierre del contenedor plegable, limpieza de cenizas, control visual de la caldera, comprobación y limpieza, si procede, del circuito de humos de caldera y conductos de humos y chimeneas y la revisión de los elementos de seguridad. Todo esto está reflejado en la tabla 3.1 “Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad” del Real Decreto. El generador de calor cumplirá con el Real Decreto 1.027/2007 del 20 de julio de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

El rendimiento del conjunto caldera-quemador será como mínimo el indicado en la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE aunque quedan excluidas de este cumplimiento las calderas de biomasa como la de nuestro proyecto. Funcionando en régimen normal con la caldera limpia, la temperatura de humos, medida a la salida de la caldera, no será superior a 240°C, en las calderas de agua caliente, salvo que el fabricante especifique en la placa de la caldera, una temperatura superior, entendiéndose que con esta temperatura se mantienen los rendimientos mínimos exigidos.

La caldera estará colocadas, en su posición definitiva, sobre una base incombustible y que no se altere a la temperatura que normalmente va a soportar. No deberán ir colocadas directamente sobre tierra, sino sobre una cimentación adecuada.

Se deberán cumplir todas las exigencias señaladas en IT 4.9. Siendo esto responsabilidad directa del fabricante de las calderas.

El **quemador** deberá ser de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrán de una etiqueta de identificación energética en la que se especifique en caracteres indelebles y redactados en castellano, los siguientes datos:

- 1º Nombre del fabricante e importador en su caso.
- 2º Marca, modelo y tipo de quemador.
- 3º Tipo de combustible.
- 4º Valores limites del gasto horario.
- 5º Potencias nominales para los valores anteriores del biocombustible (pellets).
- 6º Presión de alimentación del combustible del quemador.
- 7º Tensión de alimentación.
- 8º Potencia del motor eléctrico y en su caso, potencia de la resistencia eléctrica.
- 9º Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, L WA en decibelios, determinado según UNE 74105.
- 10 ° Dimensiones y peso.

Toda la información deberá expresarse en unidades del Sistema Internacional S.I.

No tendrá en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometido a malos tratos antes o durante la instalación.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas. Se cumplirá en cuanto a instalación eléctrica, documentación a aportar y acoplamiento a calderas de los quemadores lo señalado en IT 4.10.1 y 4.10.2.

Los **quemadores de combustibles sólidos** cumplirán la legislación vigente. Se montarán perfectamente alineados con la caldera sujetos rígidamente a la misma o a una base soporte. Su funcionamiento será silencioso y no transmitirán vibraciones ni ruidos a la instalación o al suelo y a trabes de el al resto de la edificación. El nivel de presión sonora máximo (referencia 20 uPa), que los quemadores deben producir en la sala de calderas, no excederá de 70 dB(A) con todos en marcha, realizando la medida en el centro de la sala a 1,5 m. de altura.

Serán fácilmente accesibles todas las partes de los mismos que requieran limpieza, entretenimiento o ajuste. Para realizar estas operaciones se admite la posibilidad de desplazar el quemador de su posición definitiva, siempre que esta operación sea sencilla y se pueda volver con la misma facilidad a su posición de trabajo, sin necesidad de realizar nuevos ajustes en su colocación.

Además cumplirán con las condiciones de seguridad y contarán con los elementos de seguridad señalados en IT 2.15. Los quemadores de combustibles gaseosos cumplirán con la reglamentación vigente y con lo indicado en IT 4.10.

Todos los equipos y aparatos utilizados en la instalación deberán soportar una presión inferior de prueba equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 kPa, sin presentar deformaciones, goteos, fugas, roturas ni exudaciones.

En el sistema de captación solar, el **captador** seleccionado también llamado colector solar, deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia o por un laboratorio de ensayos según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares.

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en **serieparalelo**, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.

El número de captadores conexcionados en serie no será superior a tres (en este proyecto será en series de dos, en siete grupos conectados en paralelo, **resultando 14 captadores**). Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuada, de forma que no se produzcan flexiones en el captador superiores a las permitidas por el fabricante.

Los **acumuladores** para A.C.S. y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable, deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897. Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un **termómetro** en un sitio claramente visible por el usuario.

Criterios de diseño para el depósito acumulador para prevenir la **legionela**.

El diseño del **sistema de acumulación** deberá favorecer la estratificación térmica, reduciendo al mínimo la cantidad de agua que esté a una temperatura intermedia entre la entrada y la salida del sistema.

Para conseguir este objetivo es necesario que:

- Los depósitos acumuladores sean verticales (la relación altura/diámetro deberá ser elevada), con la entrada de agua por la parte inferior y salida por la superior.
- Deberán existir elementos que permitan reducir al máximo la velocidad residual del agua de entrada al depósito.
- En caso de la existencia de más de un depósito acumulador, estos estarán dispuestos en serie sobre el circuito del agua.

El **intercambiador** de calor será de placas de acero inoxidable y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación.

En caso de aplicación para A.C.S. se puede utilizar el circuito de consumo con un intercambiador, teniendo en cuenta que con el sistema de energía auxiliar de producción instantánea en línea o en acumulador secundario hay que elevar la temperatura hasta 60 °C y siempre en el punto más alejado de consumo hay que asegurar 50 °C.

Los intercambiadores de calor son los elementos más susceptibles de padecer procesos de corrosión e incrustación y se recomienda que sean de acero inoxidable.

A efectos del mantenimiento, los intercambiadores de calor más recomendados son los de placas. Por ello en la fase de diseño se recomienda que exista un **circuito de retorno del agua**, disponiendo de una bomba de recirculación con válvula de retención.

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por **válvulas de equilibrado**. Que podan ser válvulas de equilibrado dinámicas. También se utilizará **detentores** en los radiadores para el equilibrado de la instalación.

En caso de aplicación para A.C.S., el circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en UNE-EN 806-1.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la **longitud de tuberías** del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

Si el circuito de captadores está dotado con una **bomba de circulación**, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito. Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

Aunque la instalación no tiene una superficie de captación superior a 50 m², (33.5 m² aproximadamente), se montarán dos **bombas idénticas en paralelo**, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se establecería el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El **diámetro de las tuberías** de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Los **vasos de expansión** preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba.

Purgas de aire en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y **purgador** manual o automático.

El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

Las prestaciones de las unidades de intercambio de calor, radiadores, convectores, ventiloconvectores, etc. serán las indicadas por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia de $\pm 5\%$.

Los **radiadores** y convectores cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 442.

Las condiciones de ensayo de los equipos se especificaran en cada caso. En los tubos de aletas el rendimiento comprobado en laboratorio se mantendrá después de haber sometido la unidad a diez ciclos de cambios bruscos de temperatura, circulando por su interior, sucesivamente el fluido a la temperatura de régimen y a la temperatura ambiente.

Cualquier material empleado en la construcción e instalación de los equipos utilizados en las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria, deberá ser resistente a las acciones a que este sometido en las condiciones de trabajo de forma que no podrá deteriorarse o envejecer prematuramente, en condiciones normales de utilización y en especial a altas o bajas temperaturas según su respectivo régimen de funcionamiento.

Particular atención deberá tenerse con las acciones de corrosión que puedan producirse por el contacto de dos o más materiales.

Las **válvulas termostáticas** para superficies de calefacción responderán a las siguientes características:

Serán estancas, en la posición cerrada, para la presión diferencial de 100 Pa y deberán soportar, sin perjuicio de sus características 10.000 ciclos de apertura y cierre, provocados por elevación y disminución de temperatura, desde sus posiciones extremas.

El coeficiente: $K_v = Q / \Delta P$ en el que Q es el caudal en l/h y P la pérdida de carga, en kPa. vendrá dado por el fabricante para la pérdida de carga igual a 100 kPa, con una tolerancia de $\pm 5\%$.

El intervalo nominal de regulación estará comprendido al menos entre 10 y 25 °C, y para pasar de un extremo a otro, el recorrido angular de la manecilla de regulación será de dos tercios de vuelta como mínimo. Se marcaran los intervalos correspondientes a grados centígrados.

La válvula termostáticas tendrá una sensibilidad suficiente para que al pasar de un ambiente de 18°C de temperatura a otro de 22°C la capsula alcance el equilibrio en menos de 45 minutos.

La escala de temperatura de los termostatos ambiente estará comprendida al menos entre 10 y 30°C, llevara marcadas las divisiones correspondientes a los grados y se marcara la cifra cada cinco grados.

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la marcada por el indicador del termostato una vez establecida la condición de equilibrio, será como máximo de 1°C. El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5°C.

El **termostato** resistirá, sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura y cierre, a la máxima carga prevista para el Circuito mandado por el termostato. Las válvulas estarán construidas con materiales inalterables por el líquido que va a circular por ellas.

En la documentación se especificara la presión nominal. Resistirán sin deformación una presión igual a vez y media la presión nominal de las mismas. Esta presión nominal, cuando sea superior a 600 kPah relativos, vendrá marcada indeleblemente en el cuerpo de la válvula.

El conjunto motor-válvula resistirá con agua a 90°C y a una presión de vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 kPah. 10.000 ciclos de apertura y cierre sin que por ello se modifiquen las características del conjunto ni se dañen los contactos eléctricos si los tuviese.

Con la válvula en posición cerrada, aplicando agua arriba una presión de agua fría de 100 kPah, no perderá agua en cantidad superior al 3% de su caudal nominal, entendiendo como tal el que produce con la válvula en posición abierta, una perdida de carga de 100 kPah.

El caudal nominal, definido en el párrafo anterior, no diferirá en mas de un 5% del dado por el fabricante de la válvula. Las **sondas exteriores** de temperatura tendrán la curva de respuesta con una pendiente definida por:

$$(R22 - R20) / (Q22 - Q20)$$

Siendo R y Q la resistencia eléctrica en Ohm. y la temperatura a 22 y 20°C, respectivamente, con una tolerancia estas ultimas de = 0,2°C que no diferirá en mas del 10% de la definida por el fabricante.

Su tiempo de respuesta será tal que al pasar la sonda de su estado de equilibrio en un ambiente a 18°C de temperatura a otro de 22°C tarde menos de treinta minutos en alcanzar el 67% del valor de la resistencia a 22°C.

Los valores característicos de la **sonda** no se alteraran al estar esta sometida a la inclemencia de un ambiente exterior no protegido, a cuyo efecto la carcasa de la sonda proporcionara la debida protección sin detrimento de su sensibilidad. Los materiales de la sonda no sufrirán efectos de corrosión, en el ambiente exterior en que va a estar ubicada.

La curva de respuesta de las **sondas interiores** de temperatura tendrá una pendiente

definida por:

$$(R25 - R20) / (Q25 - Q20)$$

Donde R y Q tiene el significado definido anteriormente, que no diferirá en mas del 10% del dado por el fabricante. El tiempo de respuesta en las condiciones especificadas para las sondas exteriores, no será superior a diez minutos.

Las **sondas de inmersión** estarán constituidas por el elemento sensible construido con material metálico inoxidable y estancas a una presión hidráulica igual a vez y media la del servicio.

La pendiente de la curva resistencia-temperatura no diferirá en más de un 10% de la dada por el fabricante, para temperaturas comprendidas dentro del margen de utilización dado por el mismo. La respuesta en las condiciones definidas para las sondas exteriores no será superior a cinco minutos.

El conjunto del equipo de regulación será tal que para tres temperaturas exteriores (-10,0 y -10°C), la temperatura del agua no diferirá en mas de 2°C de la prevista.

Cuando existan varias curvas de ajuste de la temperatura del agua en función de la exterior, se admitirá una tolerancia de 1°C por cada 5°C de corrección de una curva a otra.

Los equipos de regulación en las instalaciones deberán, como mínimo, cumplir las exigencias dadas en esta Instrucción Técnica. En particular, en los sistemas de regulación de tipo neumático se permitirá, para cada aparato de control, un consumo máximo de 6 cm³/s en condiciones normales.

Las pérdidas en las membranas de los pistones utilizados en estos sistemas, no podrán ser superiores 0,4 cm³/s en condiciones normales cuando estén sometidos a la presión de 140 kPa.

EJECUCIÓN ELEMENTOS FONTANERÍA

ABASTECIMIENTO:

Conjunto de conducciones exteriores al edificio, que alimenta de agua al mismo, normalmente a cuenta de una compañía que las mantiene y explota. Comprende desde la toma de un depósito o conducción, hasta el entronque de la llave de paso general del edificio de la acometida.

Art. 1.- De los componentes:

PLIEGO DE CONDICIONES

- 20 -

- Productos constituyentes.
- Genéricamente la instalación contara con:
 - Tubos de polietileno y accesorios de la instalación que podrán ser de latón.
 - Llave de paso con o sin desagüe y llave de desagüe.
 - Válvulas reductoras y ventosas.
 - Arquetas de acometida y de registro con sus tapas, y tomas de tuberías en carga.
 - Materiales auxiliares: ladrillos, morteros, hormigones...
- En algunos casos la instalación incluirá (NO incorporado en este proyecto):
 - Bocas de incendio en columna.
 - Otros elementos de extinción (rociadores, columnas húmedas).
- Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

Tubos de **polietileno reticulado**:

- Identificación. Marcado. Diámetros.
- Distintivos: homologación NIA. Barbi Serie 5.
- Ensayos (según normas UNE): identificación y aspecto. Medidas y tolerancias
- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

EL SOPORTE:

El soporte de los tubos de la instalación de abastecimiento de agua serán zanjás (con sus camas de apoyo para las tuberías) de profundidad y anchura variable dependiendo del diámetro del tubo.

Dicho soporte para los tubos se preparará dependiendo del diámetro de las tuberías y del tipo de terreno: Para tuberías de $D \leq 30$ cm, Será suficiente una cama de grava, gravilla, arena, o suelo mojado con un espesor mínimo de 15 cm, como asiento de la tubería. Para tuberías de $D > 30$ cm, se tendrá en cuenta las características del terreno y el tipo de material:

- En terrenos normales y de roca, se extenderá un lecho de gravilla o piedra machacada, con un tamaño máximo de 25 mm, y mínimo de 5 mm, a todo lo ancho de la zanja, con un espesor de $1/6$ del diámetro exterior del tubo y mínimo de 20 cm, actuando la gravilla de drena al que se dará salida en los puntos convenientes.
- En terrenos malos (fangos, rellenos...), se extenderá sobre la solera de la zanja una capa de hormigón pobre, de zahorra, de 150 kg de cemento por m^3 de hormigón, y con un espesor de 15 cm.
- En terrenos excepcionalmente malos, (deslizantes, arcillas expandidas con humedad variable, en márgenes de ríos con riesgo de desaparición...) se tratará con disposiciones adecuadas al estudio de cada caso, siendo criterio general procurar evitarlos.

COMPATIBILIDAD

El terreno del interior de la zanja deberá estar limpio de residuos y vegetación además de libre de agua.

Para la unión de los distintos tramos de tubos y piezas especiales dentro de las zanjás, se tendrá en cuenta la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión, así: Para tuberías de fundición las piezas especiales serán de fundición y las uniones entre tubos de enchufe y cordón con junta de goma.

Para tuberías de polietileno puro, las piezas especiales serán de polietileno duro o cualquier otro material sancionado por la práctica, y no se admitirán las fabricadas por la unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos se efectuarán con mordazas a presión.

Art. 2.- De la ejecución:

PREPARACION:

Las zanjas podrán abrirse manual o mecánicamente, pero en cualquier caso su trazado deberá ser el correcto, alineado en planta y con la rasante uniforme, coincidiendo con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa.

Se excava hasta la línea de rasante siempre que el terreno sea uniforme, y si quedasen al descubierto piedras, cimentaciones, rocas..., se excavara por debajo de la rasante y se rellenara posteriormente con arena. Dichas zanjas se mantendrán libres de agua, residuos y vegetación para proceder a la ejecución de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación de abastecimiento, se tendrán en cuenta las separaciones mínimas de los conductos con otras instalaciones (medidas entre generatrices interiores de ambas conducciones) y quedando siempre por encima de la red de abastecimiento.

En caso de no poder mantener las separaciones mínimas especificadas, se toleraran separaciones menores siempre que se dispongan protecciones especiales. Siendo dichas instalaciones en horizontal y en vertical respectivamente:

- Alcantarillado: 60 y 50 cm.
- Electricidad-alta: 30 y 30 cm.
- Electricidad-baja: 20 y 20 cm.
- Telefonía: 30 cm en horizontal y vertical.

FASES DE EJECUCION

Manteniendo la zanja libre de agua, disponiendo en obra de los medios adecuados de bombeo, se colocara la tubería en el lado opuesto de la zanja a aquel en que se depositen los productos de excavación, evitando que el tubo quede apoyado en puntos aislados, y aislado del tráfico.

Preparada la cama de la zanja según las características del tubo y del terreno (como se ha especificado en el apartado de soporte), se bajaran los tubos examinándolos y eliminando aquellos que hayan podido sufrir danos, y limpiando la tierra que se haya podido introducir en ellos.

A continuación se centraran los tubos, calzándolos para impedir su movimiento. La zanja se rellenara parcialmente, dejando las juntas descubiertas. Si la junta es flexible, se cuidara en el montaje que los tubos no queden a tope. Dejando entre ellos la separación fijada por el fabricante.

Cuando se interrumpa la colocación, se taponaran los extremos libres. Una vez colocadas las uniones-ancclajes y las piezas especiales se procederá al relleno total de la

zanja con tierra apisonada, en casos normales, y con una capa superior de hormigón en masa para el caso de conducciones reforzadas.

Cuando la pendiente sea superior al 10%, la tubería se colocara en sentido ascendente. No se colocaran más de 100 m de tubería sin proceder al relleno de la zanja.

En el caso en que la instalación incluya boca de incendio:

- Estarán conectadas a la red mediante una conducción para cada boca, provista en su comienzo de una llave de paso, fácilmente registrable.
- En redes malladas se procurara no conectar distribuidores ciegos, en caso de hacerlo se limitara a una boca por distribuidor.
- En calles con dos conducciones se conectara a ambas.
- Se situaran preferentemente en intersecciones de calles y lugares fácilmente accesibles por los equipos de bomberos.
- La distancia entre bocas de incendio, en una zona determinada, Será función del riesgo de incendio en la zona, de su posibilidad de propagación y de los danos posibles a causa del mismo. Como máximo Serra de 200 m.
- Se podrá prescindir de su colocación en zonas carentes de edificación como parques públicos.

ACABADOS

Limpieza interior de la red, por sectores, aislando un sector mediante las llaves de paso que la definen, se abrirán las de desagüe y se hará circular el agua, haciéndola entrar sucesivamente por cada uno de los puntos de conexión del sector de la red, mediante la apertura de la llave de paso correspondiente, hasta que salga completamente limpia.

Desinfección de la red por sectores, dejando circular una solución de cloro, aislando cada sector con las llaves de paso y las de desagüe cerradas.

Evacuación del agua clorada mediante apertura de llaves de desagüe y limpieza final circulando nuevamente agua según el primer paso.

Limpieza exterior de la red, limpiando las arquetas y pintando y limpiando todas las piezas alojadas en las mismas.

CONTROL Y ACEPTACION

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Para la ejecución de las conducciones enterradas:

Conducciones enterradas:

Unidades y frecuencia de inspección: cada ramal

- Zanjas. Profundidad. Espesor del lecho de apoyo de tubos. Uniones. Pendientes. Compatibilidad del material de relleno.

- Tubos y accesorios. Material, dimensiones y diámetro según especificaciones. conexión de tubos y arquetas. Sellado. Anclajes.

ARQUETAS:

Unidades y frecuencia de inspección: cada ramal

- Disposición, material y dimensiones según especificaciones. Tapa de registro.

- Acabado interior. Conexiones a los tubos. Sellado

ACOMETIDA:

Unidades y frecuencia de inspección: cada una.

- Verificación de características de acuerdo con el caudal suscrito, presión y consumo.

- La tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasa tubos rejuntado e impermeabilizado.

- Llave de registro.

PRUEBAS DE SERVICIO:

Prueba hidráulica de las conducciones:

Unidades y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Prueba de presión

- Prueba de estanquidad

- Comprobación de la red bajo la presión estática máxima.

- Circulación del agua en la red mediante la apertura de las llaves de desagüe.

- Conservación hasta la recepción de las obras

Una vez realizada la puesta en servicio de la instalación, se cerraran las llaves de paso y se abrirán las de desagüe hasta la finalización de las obras. También se taparan las arquetas para evitar su manipulación y la caída de materiales y objetos en ellas.

Art. 3.- Medición y abono

Se medirá y valorará por metro lineal de tubería, incluso parte proporcional de juntas y complementos, completamente instalada y comprobada; por metro cúbico la cama de tuberías, el nivelado, relleno y compactado, completamente acabado; y por unidad la acometida de agua.

EJECUCIÓN ELEMENTOS AGUA FRÍA Y CALIENTE.

Instalación de agua fría y caliente en red de suministro y distribución interior de edificios, desde la toma de la red interior hasta las griferías, esta última incluida en el presente documento por ser el elemento final de la instalación.

Art. 4.- De los componentes

Productos constituyentes

AGUA FRÍA:

Genéricamente la instalación contará con:

Acometida.

Contador general y/o contadores divisionarios.

Tubos y accesorios de la instalación interior general y particular. El material utilizado podrá ser cobre, acero galvanizado, **polietileno** (Elegido en este proyecto).

Llaves: llaves de toma, de registro y de paso.

En algunos casos la instalación incluirá:

Válvulas: válvulas de retención, válvulas de mariposa...

Otros componentes: Filtros de agua...

AGUA CALIENTE:

Genéricamente la instalación contara con:

Tubos y accesorios que podrán ser de polietileno y/o polietileno reticulado.

Llaves de paso.

Aislamiento.

Sistema de producción de agua caliente, caldera, y sistema auxiliar de placas. En algunos casos la instalación incluirá:

Válvulas: válvulas de seguridad, antiretorno, de retención, válvulas de compuerta, válvulas de bola, válvulas de tres vías...

Contadores individuales a viviendas.

Otros componentes: dilatador y compensador de dilatación, vaso de expansión cerrado, acumuladores de A.C.S. Aerotermo, intercambiadores de placas, bomba aceleradora, depósito acumulador, grupo de presión...

Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

TUBOS DE COBRE (para el circuito de captación solar):

- Identificación, marcado y diámetros.
- Distintivos: homologación AENOR.
- Ensayos (según normas UNE): identificación. Medidas y tolerancias. Ensayo de tracción.
- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

TUBOS DE POLIETILENO RETICULADO:

- Identificación, marcado y diámetros.

- Distintivos: AENOR, homologación NIA. Barbi

- Ensayos (según normas UNE): identificación y aspecto. Medidas y tolerancias.

- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

GRIFERIAS:

- Identificación, marcado y diámetros.

- Distintivos: AENOR. Homologación MICT.

- Ensayos (según normas UNE): consultar a laboratorio.

- Lotes: cada 6,4,2 viviendas o equivalente.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

EL SOPORTE

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.

En el caso de instalación vista, los tramos horizontales, pasaran preferentemente cerca del forjado o pavimento y las verticales se fijaran con tacos y/o tornillos a los paramentos verticales, con una separación máxima entre ellos de 2,00 m.

Para la instalación empotrada, en **tramos horizontales** ira sobre el **techo** o por el forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirán a través de rozas practicadas en los paramentos, que tendrán una profundidad máxima de un canuto cuando se trate de ladrillo hueco, y el ancho no será mayor a dos veces su profundidad.

Las rozas se realizaran preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así, tendrá una longitud máxima de 1 m. Cuando se practique rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros.

COMPATIBILIDAD

Se interpondrá entre los elementos de fijación y las tuberías un anillo elástico y en ningún caso se soldaran al tubo.

Para la fijación de los tubos, se evitara la utilización de polietileno/mortero de cal (no muy recomendado). Los collares de fijación para instalación vista serán de acero galvanizado o latón para las tuberías de polietileno y de latón o cobre para las de cobre. Si se emplean collares de acero, se aislara el tubo rodeándolo de cinta adhesiva para evitar los pares electrolíticos.

Se evitara utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislaran eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvanicos... (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre).

Art. 5.- De la ejecución

PREPARACION

Se comprobara que todos los elementos de la instalación de agua fría y caliente, coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa.

Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm entre la instalación de fontanería y cualquier otro tendido (eléctrico, telefónico).

Al igual que evitar que los conductos de agua fría no se vean afectados por focos de calor, y si discurren paralelos a los de agua caliente, situarlos por debajo de estos y a una distancia mínima de 4 cm.

FASES DE EJECUCION

El ramal de acometida, con su llave de toma colocada sobre la tubería de red de distribución, será único, derivándose a partir del tubo de alimentación los distribuidores necesarios, según el esquema de montaje. Dicha acometida deberá estar en una cámara impermeabilizada de fácil acceso, y disponer además de la llave de toma, de una llave de registro, situada en la acometida a la vía pública, y una llave de paso en la unión de la acometida con el tubo de alimentación.

En la instalación interior general, los tubos quedaran visibles en todo su recorrido, si no es posible, quedara enterrado, en una canalización de obra de fábrica rellena de arena, disponiendo de registro en sus extremos.

El contador general se situara lo más próximo a la llave de paso, en un armario conjuntamente con la llave de paso, la llave de contador y válvula de retención.

En casos excepcionales se situara en una cámara bajo el nivel del suelo. Los contadores divisionarios se situaran en un armario o cuarto en planta baja, con ventilación, iluminación eléctrica, desagüe a la red de alcantarillado y seguridad para su uso.

Cada montante dispondrá de llave de paso con grifo de vaciado. Las derivaciones particulares, partirán de dicho montante, junto al techo, y en todo caso, a un nivel superior al de cualquier aparato, manteniendo horizontal este nivel. De esta derivación partirán las tuberías de recorrido vertical a los aparatos.

La holgura entre tuberías y de estas con los paramentos no será inferior a 3 cm.

En la instalación de agua caliente, las tuberías estarán diseñadas de forma que la pérdida de carga en tramos rectos sea inferior a 40000 calorías por minuto sin sobrepasar 2 m/s en tuberías enterradas o galerías. Se aislara la tubería con coquillas de espumas elastomericas en los casos que proceda, y se instalaran de forma que se permita su libre dilatación con fijaciones elásticas.

Las tuberías de la instalación procuraran seguir un trazado de aspecto limpio y ordenado por zonas accesibles para facilitar su reparación y mantenimiento, dispuestas de forma paralela o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre si, que permita así evitar puntos de acumulación de aire.

La colocación de la red de distribución de A.C.S se hará siempre con pendientes que eviten la formación de bolsas de aire.

Para todos los conductos se realizaran las rozas cuando sean empotrados para posteriormente fijar los tubos con pastas de cemento o yeso, o se sujetaran y fijaran los conductos vistos, todo ello de forma que se garantice un nivel de aislamiento al ruido de 35 dBA.

Una vez realizada toda la instalación se interconectarán hidráulica y eléctricamente todos los elementos que la forman, y se montaran los elementos de control, regulación y accesorios.

En el caso de existencia de grupo de elevación, el equipo de presión se situara en planta sótano o baja, y su recipiente auxiliar tendrá un volumen tal que no produzca paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes.

Las instalaciones que dispongan de descalcificadores tendrán un dispositivo aprobado por el Ministerio de Industria, que evite el retorno. Y si se instala en un calentador, tomar precauciones para evitar sobrepresiones.

ACABADOS

Una vez terminada la ejecución, las redes de distribución deben ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño.

Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Posteriormente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de A.C.S se medirá el pH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5.

Control y aceptación

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

instalación general del edificio.

ACOMETIDA:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Llave de paso, alojada en cámara impermeabilizada en el interior del edificio.
- Contador general y llave general en el interior del edificio, alojados en cámara de impermeabilización y con desagüe.

TUBO DE ALIMENTACION Y GRUPO DE PRESION:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Tubo de igual diámetro que el de la acometida, a ser posible aéreo.
- Grupo de presión de marca y modelo especificado y depósito hidroneumático homologado por el Ministerio de Industria.
- Equipo de bombeo, marca, modelo caudal presión y potencia especificados.

Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración.

Se atenderá específicamente a la fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.

BATERIA DE CONTADORES DIVISIONARIOS:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Batería para contadores divisionarios: tipo conforme a Norma Básica de instalaciones de agua.
- Local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sinfónico.
- Estará separado de otras centralizaciones de contadores (electricidad, telefonía).

INSTALACION PARTICULAR DEL EDIFICIO.

MONTANTES:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 6,4,2 viviendas o equivalente.

- Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.
- En caso de instalación de antiarrietes, estarán colocados en extremos de montantes y llevarán asociada llave de corte.
- Diámetro y material especificados (montantes).
- Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente.
- Posición paralela o normal a los elementos estructurales.
- Comprobación de las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

DERIVACION PARTICULAR:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 6,4,2 viviendas o equivalente.

- Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo.
- Llaves de paso en locales húmedos.
- Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm.
- Diámetros y materiales especificados.
- Tuberías de polietileno, en el caso de ir empotradas, podrán estar en contacto con yeso o mortero mixto. Aunque preferentemente sujetadas con accesorios de latón adecuados para tal uso.

- Tuberías de cobre (instalación solar), recibida con grapas de latón. La unión con galvanizado mediante manguitos de latón. Protección, en el caso de ir empotradas.
- Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

GRIFERIA:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 6,4,2 viviendas o equivalente.

- Verificación con especificaciones de proyecto.
- Colocación correcta con junta de aprieto.

Unidad y frecuencia de inspección: cada 6,4,2 viviendas o equivalente.

- Cumple las especificaciones de proyecto.
- En cuartos de baño, se respetan los volúmenes de prohibición y protección.
- Disposición de llaves de paso en entrada y salida de agua.

PRUEBAS DE SERVICIO:

Instalación general del edificio.

Prueba hidráulica de las conducciones.

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Prueba de presión.
- Prueba de estanquidad.
- Grupo de presión: verificación del punto de tarados de los presostatos. Nivel de agua/aire en el depósito. Lectura de presiones y verificación de caudales. Comprobación del funcionamiento de válvulas.
- Prueba de estanquidad de la caldera de Biomasa. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos prueba de estanqueidad. Rejillas de ventilación, en su caso.

Instalación particular del edificio.

Prueba hidráulica de las conducciones.

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Prueba de presión.
- Prueba de estanquidad.

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO:

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Simultaneidad de consumo.
- Caudal en el punto más alejado.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se colocaran tapones que cierren las salidas de agua de las conducciones hasta la recepción de los aparatos sanitarios y gritería, con el fin de evitar inundaciones.

Art. 6.- Medición y abono

Las tuberías y aislamientos se medirán y valoraran por metro lineal de longitud de iguales características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorios, todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soportes para tuberías, y la protección en su caso cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación se medirán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

EJECUCIÓN APARATOS SANITARIOS

Elementos de servicio de distintas formas, materiales y acabados para la higiene y limpieza. Cuentan con suministro de agua fría y caliente mediante grifería y están conectados a la red de saneamiento. Estos aparatos sanitarios están incluidos en el presente documento por ser los elementos finales de la instalación.

Art. 7.- De los componentes

PRODUCTOS CONSTITUYENTES

Bañeras < 1,4 m, platos de ducha, lavabos, inodoros, bidés, marca ROCA, colocados de diferentes maneras, e incluidos los sistemas de fijación utilizados para garantizar su estabilidad contra el vuelco, y su resistencia necesaria a cargas estáticas.

Estos a su vez podrán ser de diferentes materiales: porcelana, **cerámica vitrificada**, acrílicos, fundición, chapa de acero esmaltada.(Se elige cerámica vitrificada).

CONTROL Y ACEPTACION

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

APARATOS SANITARIOS:

- Identificación. Tipos. Características.
- Verificar con especificaciones de proyecto, y la no-existencia de manchas, bordes desportillados, falta de esmalte, ni otros defectos en las superficies lisas, verificar un color uniforme y una textura lisa en toda su superficie.
- Comprobar que llevan incorporada la marca del fabricante, y que esta será visible aun después de la colocación del aparato.
- Distintivos: AENOR. Homologación MICT.
- Ensayos: consultar a laboratorio.

EL SOPORTE

El soporte en algunos casos será el paramento horizontal, siendo el pavimento terminado para los inodoros, vertederos, bides y lavabos con pie; y el forjado limpio y nivelado para bañeras y platos de ducha.

El soporte será el paramento vertical ya revestido para el caso de sanitarios suspendidos (inodoro, bide y lavabo).

El soporte de fregaderos y lavabos encastrados será el propio mueble o meseta.

En todos los casos los aparatos sanitarios Irán fijados a dichos soportes solidamente con las fijaciones suministradas por el fabricante y rejuntados con silicona neutra.

COMPATIBILIDAD

No habrá contacto entre el posible material de fundición o planchas de acero de los aparatos sanitarios con yeso.

Art. 8.- De la ejecución

PREPARACION

Se preparara el soporte, y se ejecutaran las instalaciones de agua fría- caliente y saneamiento, como previos a la colocación de los aparatos sanitarios y posterior colocación de griterías.

Se mantendrá la protección o se protegerán los aparatos sanitarios para no dañarlos durante el montaje.

Se comprobara que la colocación y el espacio de todos los aparatos sanitarios coinciden con el proyecto, y se procederá al marcado por Instalador autorizado de dicha Ubicación y sus sistemas de sujeción.

FASES DE EJECUCION

Los aparatos sanitarios se fijaran al soporte horizontal o vertical con las fijaciones suministradas por el fabricante, y dichas uniones se sellaran con silicona neutra o pasta selladora, al igual que las juntas de unión con la grifería.

Los aparatos metálicos, tendrán instalada la toma de tierra con cable de cobre desnudo, para la conexión equipotencial eléctrica.

Las válvulas de desagüe se solaparan a los aparatos sanitarios interponiendo doble anillo de caucho o neopreno para asegurar la estanquidad.

Los aparatos sanitarios que se alimentan de la distribución de agua, esta deberá verter libremente a una distancia minima de 20 mm por encima del borde superior de la cubeta, o del nivel máximo del rebosadero.

Los mecanismos de alimentación de cisternas, que conlleven un tubo de vertido hasta la parte inferior del depósito, deberán incorporar un orificio antisifon u otro dispositivo eficaz antiretorno.

Una vez montados los aparatos sanitarios, se montaran sus griterías y se conectaran con la instalación de fontanería y con la red de saneamiento.

ACABADOS

Todos los aparatos sanitarios quedaran nivelados en ambas direcciones en la posición prevista y fijados solidariamente a sus elementos soporte.

Quedara garantizada la estanquidad de las conexiones, con el conducto de evacuación.

Los grifos quedaran ajustados mediante roscas. (junta de aprieto).

El nivel definitivo de la bañera será en correcto para el alicatado, y la holgura entre revestimiento- bañera no será superior a 1,5 mm, que se sellara con silicona neutra.

CONTROL Y ACEPTACION

Puntos de observación durante la ejecución de la obra:

Aparatos sanitarios:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Verificación con especificaciones de proyecto.
- Unión correcta con junta de aprieto entre el aparato sanitario y la gritería.
- Fijación de aparatos. Durante la ejecución de se tendrán en cuenta las siguientes tolerancias:
 - En bañeras y duchas: horizontalidad 1 mm/m
 - En lavabo y fregadero: nivel 10 mm y caída frontal respecto al plano horizontal ≤ 5 mm.
 - Inodoros, bides y vertederos: nivel 10 mm y horizontalidad 2 mm

Conservación hasta la recepción de las obras

Todos los aparatos sanitarios, permanecerán precintados o en su caso se precintaran evitando su utilización y protegiéndolos de materiales agresivos, impactos, humedad y suciedad.

Art. 9.- Medición y abono

Se medirá y valorara por unidad de aparato sanitario, completamente terminada su Instalación incluidas ayudas de albañilería y fijaciones, y sin incluir grifería ni desagües.

7. CONDICIONES DE INDOLE TECNICA. TUBERIAS, VALVULERIA Y ACCESORIOS.

Los materiales empleados en las canalizaciones de las instalaciones serán los indicados a continuación:

- a) Conducción de líquidos: polietileno o cobre y sus aleaciones. Para estas canalizaciones no se empleara aluminio.
- b) Conducciones de agua glicolada del sistema de capitación solar. Se emplearan las tuberías de cobre indicadas en su Reglamentación.
- c) Conducciones de agua caliente, agua refrigerada o vapor a baja presión.

Serán de **polietileno** unidas mediante **accesorios especiales en latón**. Cuando la temperatura no sobrepase los 53°C se podrá utilizar hierro galvanizado o tubería de plástico homologada, (distinto del polietileno). Para agua caliente sanitaria no se admitirán conducciones de acero soldado si se admite el polietileno.

d) Tanto si el circuito es cerrado como si es abierto se podrá utilizar tubería de plástico homologada.

e) Alimentación de agua fría: Tubos polietileno.

Los **elementos de anclaje** y guiado de las tuberías serán incombustibles y robustos (el uso de la madera y del alambre como soportes deberá limitarse al periodo de montaje).

Los **elementos para soportar tuberías** resistirán colocados en forma similar a como van a ir situados en obra, las cargas que se indican en la Tabla 4 de la Norma UNE 100-152-88.

Estas cargas se aplicaran en el centro de la superficie de apoyo que teóricamente va a estar en contacto con la tubería.

Se utilizaran **dilatadores** de fuelle o dilatadores de tipo lira. Los dilatadores de tipo lira serán de acero dulce o de cobre cuando la tubería sea de cobre.

Las **válvulas** estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar 20 cm.

En cualquier caso permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente.

Serán estancas, interior y exteriormente, es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 kPa.

Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 kPa deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que puede estar sometida.

Las **válvulas** y grifos, hasta un diámetro nominal de 50 mm. Estarán contruidos en bronce o latón.

Las válvulas de mas de 50 mm de diámetro nominal serán de fundición y bronce o de bronce cuando la presión que van a soportar no sea superior a 400 kPa y de acero o de acero y bronce para presiones mayores.

Los espesores mínimos de metal, de los accesorios para embridar o roscar serán los adecuados para soportar las máximas presiones y temperaturas a que hayan de estar Sometidos.

Serán de acero, hierro fundido, fundición maleable, cobre, bronce o latón, según el material de la tubería.

Los accesorios soldados o roscados podrán utilizarse para tuberías de diámetro comprendidos entre 10 y 600 mm. estarán proyectados y fabricados de modo que tengan, por lo menos resistencia igual a la de la tubería sin costura a la cual van a ser unidos.

Para tuberías de polietileno o **polietileno reticulado** hasta 75 mm. se admiten accesorios especiales de unión y accesorios roscados.

Donde se requieran accesorios especiales, estos reunirán unas características tales que permitan su prueba hidrostática a una presión doble de la correspondiente al vapor de suministro en servicio.

El **deposito de expansión** será metálico o de otro material estanco y resistente a los esfuerzos que va a soportar.

En el caso de que el deposito de expansión sea metálico, deberá ir protegido contra la corrosión.

El depósito de expansión estará cerrado, salvo la ventilación y el rebosadero que existirán en los sistemas de vaso de expansión abierto.

La ventilación del depósito de expansión se realizara por su parte superior, de forma que se asegure que la presión dentro del mismo es la atmosférica.

Esta comunicación del depósito con la atmosfera podrá realizarse también a través del rebosadero, disponiendo en el mismo una comunicación directa con la atmosfera que no quede por debajo de la cota máxima del depósito.

En las instalaciones con depósito de expansión cerrado, este deberá soportar una presión hidráulica igual, por lo menos, a vez y media de la que tenga que soportar en régimen, con un mínimo de 300 kPa sin que se aprecien fugas, exudaciones o deformaciones.

Los vasos de expansión cerrados que tengan asegurada la presión por colchón de aire deberán tener una membrana elástica, que impida la disolución de aquel en el agua.

Tendrá timbrada la máxima presión que pueden soportar, que en ningún caso será inferior a la de regulación de la válvula de seguridad de la instalación reducida al mismo nivel.

8. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES Y DE MONTAJE

8.1 GENERALIDADES

CONDICIONES TÉCNICAS

Cualquier material empleado en la construcción e instalación de los equipos utilizados en las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria, deberá ser resistente a las acciones a que esté sometido en las condiciones de trabajo de forma que no podrá deteriorarse o envejecer prematuramente, en condiciones normales de utilización y en especial a altas o bajas temperaturas según su respectivo régimen de funcionamiento.

Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito, materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos. Se da una relación de acciones agresivas a las que pueden verse sometidos los materiales en condiciones normales:

Debido a temperaturas altas:

- Deterioro de aislamiento ni adecuados
- Roturas de tuberías por mal cálculo de las dilataciones.
- Deformaciones de los elementos no adecuadas.

Debido a temperaturas bajas:

- Roturas de tubos intercambiadores por congelación
- Roturas de tuberías al exterior por falta de aislamiento.
- Oxidaciones en los elementos metálicos por condensación, falta de barrera de vapor

Debidas al agua:

- Corrosión o incrustaciones en tuberías
- Oxidación exterior por salpicaduras
- Oxidación exterior por ambiente húmedo
- Corrosión exterior producida por el yeso en elementos férricos
- Deterioro de aislamiento por condensaciones o salpicaduras

Debidas a vibraciones:

- Roturas de materiales por fatiga
- Deterioro de elementos de regulación sometidos a vibración
- Desprendimiento de anclajes
- Roturas en juntas flexibles y fugas de aire
- Pérdida de estanqueidad en circuitos de agua
- Deterioro de contactos eléctricos

CONDICIONES DE MONTAJE

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen el cumplimiento de las exigencias del servicio, la durabilidad y las condiciones de salubridad y que faciliten el mantenimiento de la instalación. Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes. A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que sean de aplicación.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación. Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuadas para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato. Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables. Así mismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc. La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización. En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a los mismos a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje. Se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles una vez instalados. Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante. Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación. Las conexiones entre los puntos de vaciado y los desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible. Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

9. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES

GENERALIDADES

Las instalaciones se realizarán teniendo en cuenta la práctica normal conducente a obtener un buen funcionamiento durante el periodo de vida que se les puede atribuir, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de la maquinaria.

La instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que, una vez montados los aparatos, sea de difícil reparación cualquier error cometido en el montaje, o en las zonas en que las reparaciones obligasen a realizar trabajos de albañilería.

El montaje de la instalación se ajustará a los planos y condiciones del proyecto.

Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en esos planos o condiciones se solicitará el permiso del director de obra. Igualmente, la sustitución por otros de los aparatos indicados en el proyecto y oferta deberá ser aprobada por el director de la obra.

Durante la instalación, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios, colocando tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo.

Una vez terminado el montaje se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto exterior como interiormente.

La limpieza interior de radiadores, **baterías, calderas, enfriadoras, tuberías**, etc. Se realizara con disoluciones químicas para eliminar el aceite y la grasa principalmente.

Todas las **válvulas, motores, aparatos**, etc., se montaran de forma que sean fácilmente accesibles para su conservación, reparación o sustitución.

Los envoltentes metálicos o protecciones se aseguraran firmemente pero al mismo tiempo serán fácilmente desmontables.

Su construcción y sujeción será tal que no se produzcan vibraciones o ruidos molestos.

En la **sala de maquinas** se instalara un grafico, fácilmente visible, en el que, esquemáticamente se presente la instalacion con indicación de las válvulas, manómetros, etc.. Cada aparato de maniobra o de control llevara una placa metálica para ser identificado fácilmente en el esquema mencionado.

Se recomienda que los aparatos de medida lleven indicados los valores entre los que normalmente se han de mover los valores por ellos medidos.

Las **conducciones** estarán identificadas mediante colores normalizados según la Norma UNE 100100, con indicación del sentido del flujo que circula por ellas.

La concepción de la **red general de distribución** de agua será tal que pueda permitirse dejar de suministrar a determinadas zonas o partes de los consumidores sin que quede afectado el servicio del resto, y efectuar reparaciones en circuitos parciales sin anular el suministro al resto.

Se tendrá especial cuidado en la concepción de la red cuando existan zonas o edificios con distintos horarios y hábitos de ocupación de uso.

Todas las **bancadas** de aparatos en movimiento se proyectaran provistas de un amortiguador elástico que impida la transmisión de vibraciones a la estructura.

En las instalaciones de agua caliente sanitaria se instalaran, si las características del agua lo aconsejan, equipos de tratamiento de aguas que eviten la corrosión y la obturación.

En las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria se elegirán los materiales de los diversos aparatos y accesorios de forma que no se produzcan pares electroquímicos que favorezcan la corrosión, especialmente en zonas con agua o vapor a presión.

La red de distribución de agua caliente o refrigerada estará organizada de forma que la instalación de cualquier unidad de consumo pueda conectarse o aislarse de la red general del edificio desde el exterior a la unidad y de tal forma que cada usuario pueda regular o suprimir el servicio a sus locales.

La acometida a cada unidad de consumo permitirá siempre instalar un **contador** individual a cada usuario.

Las conexiones de los aparatos y equipos a las redes de tuberías se harán de forma que no exista interacción mecánica entre aparato y tubería, exceptuando las bombas en línea y no debiendo transmitirse al equipo ningún esfuerzo mecánico a traves de la conexión procedente de la tubería.

Toda conexión será realizada de tal manera que pueda ser fácilmente desmontable para sustitución o reparación del equipo o aparato.

Los escapes de vapor de agua estarán orientados en condiciones tales que no puedan ocasionar accidentes.

Las válvulas de seguridad de cualquier tipo de caldera deberán estar dispuestas de forma que por medio de canalización adecuada el vapor o agua que por aquellas puede salir sea conducido directamente a la atmosfera debiendo ser visible su salida en la sala de maquinas.

Tanto en agua caliente sanitaria como refrigerada existirá siempre una válvula entre generador y red de ida y otra entre el generador y la red de retorno, de forma que pueda ser desconectado el equipo generador sin necesidad de tener que vaciar previamente la instalación.

MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Las **tuberías** estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre si.

Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo mas próximas al techo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.

La holgura entre tuberías o entre estas y los paramentos, una vez colocado el aislamiento necesario, no será inferior a 3 cm.

La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitara un elemento estructural para poder colocar la tubería, sin autorización expresa del director de la obra de edificación.

En los **tramos curvos**, los tubos no presentaran garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en su sección transversal.

Siempre que sea posible, las curvas se realizaran por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

En los tubos de acero soldado las curvas se harán de forma que las costuras queden en la fibra neutra de la curva. En caso de que existan una curva y una contra curva, situada en planos distintos, ambos se realizaran con tubo de acero sin soldadura.

En ningún caso la sección de la tubería en las curvas será inferior a la sección en tramo recto. En las alineaciones rectas, las desviaciones serán inferiores al 2 por mil.

Las tuberías por agua caliente o refrigerada irán colocadas de manera que no se formen en ellas bolsas de aire. Para la evacuación del aire hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, los tramos horizontales deberán tener una pendiente mínima del 0,5 % cuando la circulación sea por gravedad o del 0,2% cuando la circulación sea forzada.

Estas pendientes se mantendrán en frío y en caliente. Cuando debido a las características de la obra haya que reducir la pendiente, se utilizara el diámetro de tubería inmediatamente superior al necesario.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores y con preferencia en el sentido de circulación del agua.

Los **apoyos de las tuberías**, en general serán los suficientes para que, una vez calorifugadas, no se produzcan flechas superiores al 2 por mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidas, como calderas, intercambiadores, bombas etc.

La sujeción se hará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres zonas de posible movimiento tales como curvas. Cuando, por razones de diversa índole, sea conveniente evitar desplazamientos no convenientes para el funcionamiento correcto de la instalación, en estos puntos se pondrá un elemento de guiado.

Los **elementos de sujeción** y de guiado permitirán la libre dilatación de la tubería, y no perjudicarán el aislamiento de la misma.

Las **distancias** entre soportes para tuberías de polietileno serán como máximo las indicadas en la Tabla 2 de la Norma UNE 100-152-88. existirá al menos un soporte entre cada dos uniones de tuberías y con preferencia se colocaran estos al lado de cada unión de dos tramos de tubería.

Los **tubos de cobre** llevarán elementos de soporte, a una distancia no superior a la indicada en la Tabla 3 de la Norma UNE 100-152-88. Los soportes de madera o alambre serán admisibles únicamente durante la colocación de la tubería, pero deberán ser sustituidos por las piezas indicadas en estas prescripciones.

Los soportes tendrán la forma adecuada para ser anclados a la obra de fábrica o a dados situados en el suelo.

Se evitara anclar la tubería a paredes con espesor menor de 8 cm. pero en el caso de que fuese preciso, los soportes irán anclados a la pared por medio de tacos de madera y otro material apropiado.

Los **soportes** de las canalizaciones verticales sujetaran la tubería en todo su contorno. Serán desmontables para permitir después de estar anclados colocar o quitar la tubería, con un movimiento incluso perpendicular al eje de la misma.

Cuando exista peligro de corrosión de los soportes de tuberías enterradas, estos y las guías deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos contra la misma.

La tubería estará anclada de modo que los movimientos sean absorbidos por las juntas de dilatación y por la propia flexibilidad del trazado de la tubería. Los anclajes, serán lo suficientemente robustos para resistir cualquier empuje normal.

Los **anclajes** de la tubería serán suficientes para soportar el peso de las presiones no compensadas y los esfuerzos de expansión. Para tuberías de vapor deberán estar sobredimensionadas por un coeficiente de seguridad de 10 con objeto de prevenir los efectos de la corrosión.

Es aconsejable que sean galvanizadas y se evitara que cualquier parte metálica del anclaje este en contacto con el suelo de una galería de conducción.

Los **colectores** se portaran debidamente y en ningún caso deben descansar sobre generadores u otros aparatos.

Queda prohibido el soldado de la tubería a los soportes o elementos de sujeción o anclaje.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc., se dispondrán **manguitos protectores** que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada, no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm de la parte superior de los pavimentos.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, con objeto de reducir al mínimo el

numero de uniones.

En las conducciones para vapor a baja presión, agua caliente, agua refrigerada, las uniones se realizarán por medio de piezas de unión, manguitos o curvas, de fundición maleable, las **bridas y accesorios de latón** serán el elemento de unión en polietileno. .

Los manguitos de reducción en tramos horizontales serán excéntricos y enrasados por la generatriz superior.

En las uniones soldadas en tramos horizontales, los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire. Antes de efectuar una unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que puedan haberse formado al cortar o aterrizar los tubos.

Cuando las uniones se hagan con bridas, se interpondrá entre ellas una junta de amianto en las canalizaciones por agua caliente refrigerada y vapor a baja presión.

Las **uniones** con bridas, visibles, o cuando sean previsibles condensaciones, se aislarán de forma que su inspección sea fácil. Al realizar la unión de dos tuberías no se forzarán estas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc... Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50% a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramientos de uniones mecánicas. Solamente se autorizan canalizaciones enterradas o empotradas cuando el estudio del terreno o medio que rodea la tubería asegure su no agresividad o se prevea la correspondiente protección contra la corrosión.

No se admitirá el contacto de tuberías de cobre con yeso. Las canalizaciones ocultas en la albañilería, si la naturaleza de esta no permite su empotramiento, irán alojadas en cámaras ventiladas, tomando medidas adecuadas (pintura, aislamiento con barrera para vapor, etc...) cuando las características del lugar sean propicias a la formación de condensaciones en las tuberías de calefacción, cuando estas están frías.

Las **tuberías empotradas** y ocultas en forjados deberán disponer de un adecuado tratamiento anticorrosivo y estar envueltas con una protección adecuada, debiendo estar suficientemente resuelta la libre dilatación de la tubería y el contacto de esta con los materiales de construcción.

Se evitara en lo posible la utilización de materiales diferentes en una canalización, de manera que no se formen pares galvanicos. Cuando ello fuese necesario, se aislarán eléctricamente uno de otros, o se hará una protección catódica adecuada.

Las tuberías ocultas en terreno deberán disponer de una adecuada protección anticorrosiva, recomendándose que discurran por zanjas rodeadas de arena lavada o inerte, además del tratamiento anticorrosivo, o por galerías.

En cualquier caso deberán preverse los suficientes registros y el adecuado trazado de pendiente para **desagüe y purga**.

Para compensar las dilataciones se dispondrán liras, **dilatadores lineales** o elementos análogos, o se utilizara el amplio margen que se tiene con los cambios de dirección, dando curvas con un radio superior a cinco veces el diámetro de la tubería.

Las liras y curvas de dilatación serán del mismo material que la tubería. Sus longitudes serán las especificadas al hablar de materiales y las distancias entre ellas serán tales que las tensiones en las fibras mas tensadas no sean superiores a 80 MPa, en cualquier estado térmico de la instalación.

Los dilatadores no obstaculizaran la eliminación del aire y vaciado de la instalación. Los elementos dilatadores irán colocados de forma que permitan a las tuberías dilatarse con movimientos en la dirección de su propio eje, sin que se originen esfuerzos transversales.

Se colocaran guías junto a los **elementos de dilatación**. Se dispondrá del numero de elementos de dilatación necesario para que la posición de los aparatos a que van conectados no se vea afectada, ni estar estos sometidos a esfuerzos indebidos como consecuencia de los movimientos de dilatación de las tuberías.

En la parte mas alta de cada circuito se pondrá una purga para eliminar el aire que pudiera allí acumularse. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de diámetro no inferior a 15 mm. Con un **purgador** y conducción de la posible agua que se eliminase con la purga.

Esta conducción ira en pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá ser visible. Se colocaran además purgas, automáticas o manuales, en cantidad suficiente para evitar la formación de bolsas de aire en tuberías o aparatos en lo que por su disposición fuesen previsibles.

Todos los **filtros** de malla y/o tela metálica que se instalen en circuitos de agua con el propósito de proteger los aparatos de la suciedad acumulada durante el montaje, deberán ser retirados una vez terminada de modo satisfactorio la limpieza del circuito.

Las bombas de circulación se habrán dimensionado sin tener en cuenta la perdida de carga proporcionada por las mallas de los filtros.

De esta obligación quedan exentos aquellos filtros que eventualmente se instalen para protección de válvulas automáticas en circuitos de vapor de agua, así como

aquellos de arena o diatomeas, instalados en la acometida de agua de alimentación, o en paralelo para limpieza de las bandejas de las torres de refrigeración.

Las tuberías no estarán en contacto con ninguna conducción de energía eléctrica o de telecomunicación, con el fin de evitar los efectos de corrosión que una derivación pueda ocasionar, debiendo preverse siempre una distancia mínima de 30 cm. a las conducciones eléctricas y de 3 cm. a las tuberías de gas mas cercanas desde el exterior de la tubería o del aislamiento si lo hubiere.

Se tendrá especial cuidado en que las canalizaciones de agua fría o refrigerada no sean calentadas por las canalizaciones de vapor o agua caliente, bien por radiación directa o por conducción a través de soportes, debiéndose prever siempre una distancia mínima de 25 cm. entre exteriores de tuberías, salvo que vayan aisladas.

Las **tuberías** no atravesaran chimeneas, conductos de aire acondicionado ni chimeneas de ventilación.

MONTAJE DE VÁLVULAS

Se recomienda no instalar ninguna **válvula** con su vástago por debajo de plano horizontal que contiene el eje de la tubería.

Todas las válvulas serán fácilmente accesibles. Se recomienda disponer una tubería de derivación con sus llaves, rodeando a aquellos elementos básicos, como válvulas de control, etc., que se puedan averiar y necesiten ser retirados de la red de tuberías para su reparación y mantenimiento.

Se recomienda utilizar el siguiente **tipo de válvulas**, según la función que van a desempeñar:

- **Aislamiento:** válvulas de bola, de asiento o mariposa.
- **Regulación:** válvulas de asiento de aguja.
- **Vaciado:** Grifos o válvulas de macho.
- **Purgadores:** válvulas de aguja inoxidable.

No existirá ninguna válvula ni elemento que pueda aislar las válvulas de seguridad de las tuberías o recipientes a que sirven.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común.

MONTAJE BOMBA ACS

La **bomba** deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación queda en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser la suficiente para asegurar que no se producen fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedará bien alineados, y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común.

Cuando los ejes del motor y de la bomba no estén alineados, la transmisión se efectuará por correas trapecoidales.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por la tubería, las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará preferentemente al suelo y no a las paredes.

Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de salida o entrada de la bomba se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30°C.

La **bomba y su motor** estarán montados con holgura a su alrededor, suficientes para una fácil inspección de todas sus partes.

El agua de goteo, cuando exista será conducido al desagüe correspondiente. En todo caso, el goteo del prensaestopas, cuando debe existir, será visible.

Los elementos de control y regulación serán los apropiados para los campos de temperaturas, humedades, presiones, etc... En que normalmente va a trabajar la instalación.

MONTAJE ELEMENTOS DE CONTROL

Los **elementos de control** y regulación estarán situados en locales o elementos de tal manera que en indicación correcta de la magnitud que deben medir o regular, sin que esta indicación pueda estar afectada por fenómenos extraños a la magnitud que se quiere medir o controlar.

De acuerdo con esto, los **termómetros y termostatos** de ambiente estarán suficientemente alejados de las unidades terminales para que ni la radiación directa de ellos, ni el aire tratado afecten directamente a los elementos sensibles del aparato

Los **termómetros**, termostatos, hidrómetros y manómetros, deberán poder dejarse fuera de servicio y sustituirse con el equipo en marcha.

Todos los aparatos de regulación irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

En cada instalación de agua existirá un circuito de alimentación que dispondrá de una **válvula de retención** y otra de **corte** antes de la conexión a la instalación, recomendándose además la instalación de un filtro.

La alimentación de agua podrá realizarse al depósito de expansión o a una tubería de retorno.

MONTAJE VASO DE EXPANSIÓN

El **vaso de expansión** podrá ser abierto o cerrado. No se emplearán vasos de expansión cerrados con colchón de aire en contacto directo con el agua del vaso.

La situación relativa de la bomba, conexión a expansión y generador será tal que durante el funcionamiento no quede ningún punto de la instalación en depresión y se facilite la evacuación de una eventual burbuja de aire o vapor.

Cuando se emplee vaso de expansión abierto, es recomendable la secuencia generador-vaso de expansión-bomba.

Estos **vasos** irán **calorifugados** y no expuestos a congelación y colocados en lugar accesible en todo momento al personal encargado del mantenimiento. El dispositivo de rebose estará diseñado especialmente para evitar la congelación del agua en su interior cuando exista esta posibilidad por el tipo de clima. En este caso se recomienda instalar el vaso con circulación.

En cualquier caso la instalación estará equipada con un dispositivo que permita comprobar en todo momento el nivel de agua de la instalación. En caso de utilizarse vaso de expansión cerrado este debe colocarse preferentemente en la aspiración de la bomba, teniendo especial cuidado de que la conexión al vaso se haga de forma que se evite la formación de una bolsa de aire en el mismo.

En caso de que existan varios generadores, podrá hacerse la conexión al tubo de expansión, a través de un colector común, cuya sección será la calculada por la suma de las potencias de los generadores.

Podrá existir una válvula entre el generador y el depósito de expansión siempre que esta válvula sea de tres vías y este colocada de forma que al incomunicar el generador con el depósito de expansión, quede automáticamente aquel en comunicación con la atmósfera.

En el caso de que existan varios generadores, será preceptivo poner una válvula de tres vías, como la mencionada en el párrafo anterior, entre cada uno y el colector común de unión al depósito de expansión.

Para unión de los generadores y el depósito de expansión podrá utilizarse un tramo común de la red de distribución, siempre y cuando este tramo tenga el diámetro adecuado y que entre el y los generadores no existan más que las válvulas de tres vías admitidas en este apartado.

En caso de **vaso de expansión** cerrado, el diámetro interior de la tubería de conexión al vaso será como mínimo de 20 mm y el diámetro de la tubería de conexión de las válvulas de seguridad será el especificado para conexión al vaso de expansión abierto.

MONTAJE EMISORES DE CALOR

Las **superficies de calefacción** se colocaran de acuerdo con los planos del proyecto y con los detalles de colocación dados en este.

Antes de cada superficie de calefacción se pondrá una válvula de asiento de doble reglaje (uno de ellos no accesible a los usuarios) para regulación del circuito y del calor emitido por el elemento calefactor.

En ningún caso se debilitara el aislamiento del cerramiento exterior por la ubicación en hornacina de la superficie de calefacción.

Los radiadores se colocaran, como mínimo a 4 cm de la pared y a 10 cm del suelo. En radiadores tipo panel, la distancia a la pared podrá ser de 2,5 cm.

Si se coloca un radiador en un nicho, o se le recubre con un envolvente, se tendrá la precaución de que entre la parte superior del radiador y el techo del nicho o de la envoltura exista una distancia mínima de 5 cm. así como entre los laterales del nicho o del envolvente y el radiador.

En cualquier caso deberán existir aberturas en la parte alta y baja de la envolvente como mínimo de 5 cm. de altura para facilitar la conveción natural.

En este caso, además, el acuerdo ente la pared del fondo y el techo se hará de forma que tienda a facilitar la salida de aire situado detrás del radiador. La envolvente del radiador permitirá el fácil acceso a llaves y purgadores.

El **radiador** permanecerá sensiblemente horizontal apoyado sobre, todas sus patas o apoyos, cualesquiera que sean las condiciones en que funcione. No ejercerá esfuerzo alguno sobre las canalizaciones.

Los radiadores de hasta 10 elementos o 50 cm de longitud tendrán dos apoyos o cuelgues, y por cada 50 cm de longitud o fracción tendrán un elemento más de cuelgue o apoyo.

La **instalación del radiador** y su unión con la red de tuberías se efectuara de forma que el radiador se pueda purgar bien de aire hacia la red, sin que queden bolsas que eviten el completo llenado del radiador o impidan la buena circulación del agua a través del mismo, en caso contrario cada radiador dispondrá de un purgador automático o manual.

Para los zócalos de los radiadores se colocara un soporte cada 80 cm como mínimo. La distancia mínima entre la parte inferior de las aletas de los tubos y el suelo será de 10 cm.

En cuanto a los tubos de aletas si se hallan próximos al suelo, la distancia mínima de las aletas al pavimento será de 15 cm.

Cuando los tubos de aletas vayan empotrados en el suelo guardaran la distancia anterior con relación al fondo de la zanja. En este caso se recomienda disponer de dos zanjas paralelas comunicadas entre si por la parte inferior del tabique que las separa. En una de ellas se situara el tubo de aletas y la otra servirá para facilitar la circulación de aire a través de aquel. Ambas zanjas irán tapadas con rejillas desmontables del mismo tipo.

En los paneles radiantes por tubos empotrados, se recubrirán todos los tubos con mortero de cemento no agresivo (después del ensayo de estanqueidad), con un espesor mínimo de 2 cm.

El cintrado de los tubos podrá hacerse en frío, cuando el radio de curvatura del cintrado sea por lo menos cinco veces el diámetro de la tubería. Estos tubos se probaran una presión de 3 MPa, antes de ser recubiertos. Formado por la proyección horizontal de la corriente de aire caliente y la pared fría sea de unos 30° como máximo.

Se recomienda la instalación de un **detentor** a la salida de cada radiador. Los elementos calefactores serán fácilmente desmontables, sin necesidad de desmontar parte de la red de tuberías.

Todas las válvulas de las superficies de calefacción serán fácilmente accesibles. Cuando las superficies de calefacción estén situadas junto a un cerramiento exterior, se recomienda poner, entre la superficie de calefacción y el muro exterior, un aislamiento de un material apropiado cuya conductancia sea, como máximo de 1,5 W/ °C m².

MONTAJE DE CHIMENEA

Los materiales con que se construyen los **conductos de humos** para la evacuación al exterior de los productos de la combustión de los generadores de calor, cumplirán lo indicado en UNE 123001.

Las **chimeneas** modulares metálicas cumplirán lo prescrito en la normativa sobre homologación que les afecta. La chimenea será estanca y no podrá utilizarse para otros usos. Sobresaldrá al menos **un metro por encima de la cumbrera del tejado**. Los conductos de unión del tubo de humos a la caldera estará colocados de tal manera que sean fácilmente desconectables de ésta y serán metálicos.

La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalaciones, etc.). La estructura del conducto de humos será independiente de la obra y de la caja, a las que irá unida únicamente a través de soportes metálicos, que permitirá la libre dilatación de la chimenea.

La sección del conducto de humos será circular de **250 mm de diámetro**. La chimenea tendrá un recorrido por el interior del edificio y será totalmente independiente de los elementos estructurales y de cerramiento del edificio, al que irá unida únicamente a través de los soportes, diseñados para permitir la libre dilatación de la chimenea. El tramo horizontal de la chimenea tendrá al menos , un 3 % de inclinación ascendente en el sentido de evacuación de humos. Se evitarán los cambios de sección.

MONTAJE DE QUEMADOR

El modelo de **quemador** de biomasa utilizado en los cálculos y definición del presente proyecto de calefacción es el que incluye el fabricante en la caldera elegida. No obstante, el quemador utilizado deberá cumplir los siguientes requisitos. Como ya se ha visto en puntos anteriores recordamos de forma completa son.

- El quemador deberá ser de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrá de una etiqueta de identificación energética en la que se especifique en caracteres indelebles y en castellano los siguientes datos:
 - Nombre del fabricante e importador en su caso
 - Marca, modelo y tipo de quemador
 - Tipo de combustible
 - Valores límites del gasto horario
 - Potencias nominales para los valores anteriores del gasto
 - Presión de alimentación del combustible del quemador
 - Tensión de alimentación
 - Potencia del motor eléctrico y, en su caso, potencia de la resistencia eléctrica

- Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, LWA, en decibelios, determinado según UNE 74105
- Dimensiones y peso
- Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.
- El suministrador aportará la documentación siguiente:
 - Dimensiones y características generales
 - Características técnicas de cada uno de los elementos del quemador
 - Esquema eléctrico y conexionado
 - Instrucciones de montaje
 - Instrucciones de puesta en marcha, regulación y mantenimiento

El **quemador** se montará perfectamente alineado con la caldera y sujetado rígidamente a la misma o una base a soportar Su funcionamiento será silencioso y no transmitirá vibraciones ni ruidos a la instalación o al suelo, y a través de él, al resto de edificación. Será fácilmente accesible por todas partes que requieran de limpieza, mantenimiento o ajuste.

MONTAJE DE CALDERA

Referente a las **calderas** alimentadas por combustibles **sólidos** , líquidos o gaseosos cuyas características o especificaciones difieran de las de los combustibles comúnmente comercializados y su naturaleza corresponda a recuperaciones de afluentes, subproductos o residuos cuya combustión no se vea afectada por limitaciones relativas al impacto ambiental (pe.: gases residuales, biogases, **biomasa**...).

El generador de calor cumplirá con el Real Decreto 1.027/2007 del 20 de julio de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

El fabricante de la caldera deberá suministrar la documentación exigible por otras reglamentaciones aplicables y además, como mínimo, los siguientes datos:

- Información sobre potencia y rendimiento.
- Condiciones de utilización de la caldera y condiciones nominales de salida del fluido portador
- Características del fluido portador
- Capacidad óptima de combustibles del hogar en las calderas
- Contenido de fluido portador de la caldera

- Caudal mínimo de fluido portador que debe pasar por la caldera
- Dimensiones exteriores máximas de la caldera y cotas de situación de los elementos que se han de unir a otras partes de la instalación (salida de humos, salida y entrada del fluido portador etc.)
- Dimensiones de la bancada
- Pesos en transporte y en funcionamiento
- Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento
- Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión u otros que le afecten, con toda caldera deberán incluirse:
 - utensilios necesarios para limpieza y conducción, si procede
 - aparatos de medida (manómetros y termómetros)
 - Los termómetros medirán la temperatura del fluido portador en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior de la caldera. No se admiten los termómetros de contacto.
 - Los aparatos de medida irán situados en lugar visible y fácilmente accesible para su entretenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.
 - Las calderas estarán sometidas a la reglamentación vigente en materia de aparatos a presión.

La **caldera** estará colocada en su posición definitiva, sobre una base incombustible que no se altere a la temperatura a la que normalmente vaya a soportar. No estará colocada sobre tierra, sino sobre una cimentación adecuada.

Tendrá orificios necesarios para poder montar al menos los siguientes elementos:

- Vaciado de caldera.
- Válvula de seguridad y dispositivo de expansión.
- Termómetro.
- Termostato de funcionamiento y seguridad.

MONTAJE AISLAMIENTO

Habrán de cumplirse los siguientes **espesores mínimos de aislamiento**:

- El aislamiento de los acumuladores tendrá un espesor mínimo de 50mm
- El espesor del aislamiento del intercambiador de calor no será inferior a 20mm
- Los espesores de aislamiento de tuberías y accesorios situados al interior no serán inferiores a los de la siguiente tabla:

Fluido interior caliente (agua o vapor)							
Diámetro exterior mm				Temperatura del fluido C°			
				40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
$\phi \leq 35$				20	20	30	40
35	<	ϕ	≤ 60	20	30	40	40
60	<	ϕ	≤ 90	30	30	40	50
90	<	ϕ	≤ 140	30	40	50	50
140	<	ϕ		30	40	50	60

El **aislamiento** no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante. El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción. Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

MONTAJE DEL ACUMULADOR

La estructura soporte para los **depósitos acumuladores** y su fijación se realizarán según la normativa vigente.

La estructura soporte y su fijación, para depósitos de más de 1000 litros situados en salas de caldera o pisos, deberá ser diseñada por un profesional competente.

La ubicación de los **acumuladores** y sus estructuras de sujeción, cuando se sitúen en cubiertas de piso, tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá, para depósitos de más de 300 litros, el diseño de un profesional competente.

MONTAJE DEL INTERCAMBIADOR

Se tendrá en cuenta la accesibilidad al **intercambiador**, para operaciones de sustitución o reparación.

MONTAJE DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN CALEFACCIÓN

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser desmontado fácilmente.

El acoplamiento de una **bomba** en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a bombas en línea dispondrán, en las inmediaciones de las mismas, de soportes adecuados para que no se provoquen esfuerzos recíprocos. En la conexión de las tuberías a las bombas, se dispondrán manguitos antivibratorios para garantizar la no aparición de esfuerzos recíprocos.

Todas las **bombas** estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión. Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica. Cuando se monten bombas con prensaestopas, se instalarán sistemas de llenado automáticos.

MONTAJE DE SISTEMA DE LLENADO

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un **sistema de llenado** manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. El circuito primario solar no podrá rellenarse con agua de red o con cualquier otro fluido que incumpla las condiciones requeridas de protección ante el riesgo de heladas. La reposición del anticongelante se hará de forma manual. El circuito secundario o de consumo de A.C.S. tendrá un sistema de llenado automático conectado a la red de suministro de agua de consumo.

MONTAJE DE SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR Y AEROTERMO

Si los **captadores** son instalados en los tejados del edificio, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje. La instalación permitirá el acceso a los captadores, de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles. Cuando se monten tuberías flexibles, se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura inferiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período, las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que este pueda ser largo, el suministrador procederá a tapar los captadores.

Para la **protección contra sobrecalentamientos**. El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de ACS, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente no suponga ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Para la colocación de **aerotermos**, además de las normas generales, se tendrán en cuenta las siguientes:

a) Se anclaran en las paredes o al techo de forma que su sujeción dependa únicamente de estos anclajes y no se confíe en absoluto a la rigidez que le puedan dar las tuberías. Al conectarlos a estas no se originaran esfuerzos suplementarios ni se variara la posición que tenía en aerotermo anclado.

b) Las unidades se colocaran de modo que el aire caliente no roce las paredes frías, sin chocar directamente contra ellas. Se recomienda colocarlos de manera que el ángulo sea favorable.

Para la **protección frente heladas**. El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deberán ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra heladas. El fabricante deberá describir el método de protección anti-heladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección anti-heladas podrán utilizarse:

- **Mezclas anticongelantes**. (agua glicolada).
- Recirculación de agua de los circuitos.
- Drenaje automático con recuperación de fluido.
- Drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados).

Se ha utilizado como solución anti-heladas el sistema de mezcla anticongelante. Agua glicolada. Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente y cuyo punto de congelación sea inferior a 0 °C (*). En todo caso, su calor específico no será inferior a 3 kJ/(kg-K), equivalentes a 0,7 kcal/(kg-°C). Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de

temperatura. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado. Es conveniente que se disponga de un depósito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la reposición cuyas características incumplan el Pliego. Será obligatorio en los casos de riesgos de heladas y cuando el agua deba tratarse. En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red.

(*) El punto de congelación deberá de estar acorde con las condiciones climáticas del lugar.

10. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

GENERALIDADES

La empresa instaladora dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación. Las pruebas parciales estarán precedidas por una comprobación de los materiales en el momento de su recepción en obra.

Una vez que la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y haya sido ajustada y equilibrada conforme a lo indicado en UNE 100010, deben realizarse como mínimo las pruebas finales del conjunto de la instalación que se indican a continuación, independientemente de aquellas otras que considere necesarias el director de obra.

Todas las **pruebas** se efectuarán en presencia del director de obra o persona en quien delegue, quien deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Independientemente de los controles de recepción y de las pruebas parciales realizados durante la ejecución, se comprobará la correcta ejecución del montaje y la limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación.

Se realizará una comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico y de su consumo de energía en las condiciones reales de trabajo, así como de todos los intercambiadores de calor, caldera y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.

PUESTA EN MARCHA

Para la **puesta en funcionamiento** de la instalación es necesaria la autorización del organismo territorial competente, para lo que se deberá presentar ante el mismo un certificado suscrito por el director de la instalación, cuando sea preceptiva la presentación de proyecto y por un instalador, que posea carné, de la empresa que ha realizado el montaje.

El certificado de la instalación tendrá, como mínimo, el contenido que se señala en el modelo que se indica en el apéndice de esta instrucción técnica. En el certificado se expresará que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado y registrado por el organismo territorial competente y que cumple con los requisitos exigidos en este reglamento y sus instrucciones técnicas. Se harán constar también los resultados de las pruebas a que hubiese lugar.

Una vez realizadas las **pruebas finales** con resultados satisfactorios en presencia del director de obra, se procederá al acto de recepción provisional de la instalación con el que se dará por finalizado el montaje de la instalación. En el momento de la recepción provisional, la empresa instaladora deberá entregar al director de obra la documentación siguiente:

- Una copia de los planos de la instalación realmente ejecutada, en la que figuren, como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de la sala de máquinas y los planos de plantas, donde debe indicarse el recorrido de las conducciones de distribución de todos los fluidos y la situación de las unidades terminales
- Una memoria descriptiva de la instalación realmente ejecutada, en la que se incluyan las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de los materiales y los equipos empleados, en la que se indique el fabricante, la marca, el modelo y las características de funcionamiento, junto con catálogos y con la correspondiente documentación de origen y garantía.
- Los manuales con las instrucciones de manejo, funcionamiento y mantenimiento, junto con la lista de repuestos recomendados.
- Un documento en el que se recopilen los resultados de las pruebas realizadas.
- El certificado de la instalación firmado.
- El director de obra entregará los mencionados documentos, una vez comprobado su contenido y firmado el certificado, al titular de la instalación, quién lo presentará al registro en el organismo territorial competente.

- En cuanto a la documentación de la instalación se estará además a lo dispuesto en la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y disposiciones que la desarrollan.

Transcurrido el **plazo de garantía**, que será de un año si en el contrato no se estipula otro de mayor duración, la recepción provisional se transformará en recepción definitiva, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el período de garantía.

Si durante el período de garantía se produjesen averías o defectos de funcionamiento, éstos deberán ser subsanados gratuitamente por la empresa instaladora, salvo que se demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.

11. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

GENERALIDADES

El **mantenimiento** de la instalación será en todo caso el adecuado para asegurar las características de las variables de funcionamiento sean tales que se mantengan dentro de unos límites.

Comprobaciones mínimas:

- Medida de la temperatura de los gases de combustión.
- Medida del contenido de CO₂ en los humos.
- Tiro en la salida de los humos de la caldera.
- Limpieza de la caldera y de su circuito de humos y chimenea.
- Limpieza de filtros y batería de equipos unitarios.
- Comprobación de la estanqueidad del cierre de la caldera y de la unión del Quemador.
- Control de consumo de energía en relación con la potencia del equipo.
- Control de la temperatura de distribución de agua caliente sanitaria y calefacción.
- Tolerancia de las variables que controlan los termostatos.
- Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente sanitaria.

Criterios generales: Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- Vigilancia
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m², y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m².

:

PLAN DE VIGILANCIA

El **plan de vigilancia** se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario que, asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos.

En el caso de la desinfección química con cloro, el procedimiento a seguir será el siguiente:

- Clorar el depósito con 20-30 mg/l de cloro residual libre, a una temperatura no superior a 30 °C y un pH de 7-8, haciendo llegar a todos los puntos terminales de la red 1-2 mg/l y mantener durante 3 ó 2 horas respectivamente.
- Neutralizar la cantidad de cloro residual libre y vaciar.
- Limpiar a fondo las paredes de los depósitos, eliminando incrustaciones y realizando las reparaciones necesarias y aclarando con agua limpia.
- Volver a llenar con agua y restablecer las condiciones de uso normales. Si es necesaria la recloración, ésta se realizará por medio de dosificaciones automáticas.

En el caso de la desinfección térmica, el procedimiento a seguir es el siguiente:

- Vaciar el sistema y, si fuera preciso, limpiar a fondo las paredes de los depósitos acumuladores, realizar las reparaciones necesarias y aclarar con agua limpia.
- Llenar el depósito acumulador y elevar la temperatura del agua hasta 70 °C y mantener al menos 2 horas. Posteriormente abrir por sectores todos los grifos y duchas, durante 5 minutos, de forma secuencial. Confirmar la temperatura para que en todos los puntos terminales de la red se alcance una temperatura de 60 °C.
- Vaciar el depósito acumulador y volver a llenarlo para su funcionamiento habitual.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Son operaciones de **inspección visual**, verificación de actuaciones y otras que, aplicadas a la instalación, deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m² para nuestra instalación (33.5 m² aprox > 20 m²). El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente, que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Son operaciones realizadas como consecuencia de la **detección de cualquier anomalía** en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de 'Garantías', cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarios para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

12. GARANTÍAS

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La **garantía** se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía. Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Así mismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación. Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación por escrito, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas.

Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador. Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador.

Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de:

- 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- 48 horas, si la instalación solar no funciona.
- Una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de la instalación se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

13. OBSERVACIONES

El técnico competente no será responsable, ante la Entidad Propietaria, de la demora de los Organismos Competentes en la tramitación del proyecto ni de la tardanza de su aprobación.

La gestión de la tramitación se considera ajena al Técnico competente. La orden de comienzo de la obra será indicada por el Sr. Propietario, quien responderá de ello si no dispone de los permisos correspondientes.

Los documentos del Proyecto redactados por el **técnico competente** que suscribe, y el conjunto de normas y condiciones que figuran en el presente Pliego de condiciones, y también las que, de acuerdo con este, sean de aplicación en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", constituyen el Contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, las cuales se obligan a dirimir todas las divergencias que hasta su total cumplimiento pudieran surgir, por amigables componedores y preferentemente por el Director de obra de los Trabajos.

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO
SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA.

Pamplona, 25 de Junio de 2012

Autor: Unai Borda García



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS.
CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA.

PRESUPUESTO

Unai Borda García

José V. Valdenebro García

Pamplona, 25 de Junio de 2012

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1. PRODUCCIÓN DE CALOR.....	2.
2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	5.
3. INSTALACIÓN DE ACS.....	17.
4. INSTALACIÓN SOLAR.....	26.
5. MANO DE OBRA.....	33.
6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	34.

1. PRODUCCIÓN DE CALOR

Nº	Ud	CONCEPTO	REFERENCIA	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD	TOTAL (€)
		Producción Calor				
1.1	Ud	CALDERA HERZ - BioMatic 220	Ud. de caldera, marca HERZ. Modelo BioMatic 220. Para una potencia útil máxima 220 kW. Modulable 54-220 kW con quemador integrado, muy bajo nivel sonoro, con control integrado para funcionamiento con descenso de temperatura en funcion de temperatura exterior mediante control centralizado externo al de caldera montaje, conexionado hidraulico, y eléctrico, accesorios, pequeño material, medios auxiliares, mano de obra y puesta en marcha por servicio técnico oficial.	38.550,00	1,00	38.550,00
1.2	Ud	Válvula de seguridad. Calefacción	Válvula de seguridad modelo SV68M de la marca PNEUMATEX, tarada a 4 bares.	50,30	1,00	50,30
1.3	Ud	Vaso de expansión circuito de calefacción	Vaso de expansión cerrado de membrana de VN 140 litros. (VN Volumen nominal) para una presión de trabajo de 3 bar, marca PNEUMATEX,	390,00	1,00	390,00

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			STATICO mod. SE.			
1.4	Ud	Válvula de seguridad. A.C.S	Válvula de seguridad modelo SV68M de la marca PNEUMATEX, tarada a 6 bares.	58,80	1,00	58,80
		Chimenea y accesorios				
1.5	Ud	Chimenea modular de acero inoxidable	Chimenea marca NEGARRA, modelo Masters, formada por tramos rectos de 0,95 m., de diámetro interior 250 mm. doble pared y aislamiento intermedio de alta densidad en todo su perímetro, (acero inoxidable /aislante/ acero inoxidable), Módulos rectos de 0,95 m. - Ø250 mm	150,00	16,00	2400,00
1.6	Ud	Angular. Chimenea modular	Angular 135°, marca NEGARRA, modelo Masters. Ø250 mm	30,00	1,00	30,00
1.7	Ud	Colector de hollín. Chimenea modular	Colector de hollín, marca NEGARRA, modelo Masters Ø250 mm	40,00	1,00	40,00
1.8	Ud	Modulo extensible. Chimenea modular	Modulo extensible (de 0,55 a 0,9 m). Ø250 mm, marca NEGARRA, modelo Masters	140,00	1,00	140,00
1.9	Ud	Modulo final. Chimenea modular	Modulo final cónico. Ø250 mm, marca NEGARRA, modelo Masters	20,00	1,00	20,00
1.10	Ud	Abrazadera unión. Chimenea modular	Abrazadera unión tubo: 1 cada metro. Ø250 mm, marca NEGARRA, modelo Masters	10,00	17,00	170,00
1.11	Ud	Abrazadera. Chimenea	Abrazadera a pared: 1 cada 3 metros. Ø250	10,00	6,00	60,00

PRESUPUESTO

- 3 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

		modular	mm. marca NEGARRA, modelo Masters			
1.12	Ud	Soporte final. Chimenea	Soporte final . Ø250 mm. marca NEGARRA, modelo Masters	45,00	1,00	45,00
		Aliment. Combustible Sólido				
1.13	Ud	Silo para Pellets	Silo extracción de combustible HERZ, Md. horizontal. Con boca de llenado, Medidas: 24,28 m³ = 5,7 m × 2 m × 2,13 m Construido en ladrillo de alta resistencia	1100,00	1,00	1100,00
1.14	Ud	Tornillo Sinfin	Extractor para pellets HERZ. Md. 0,55kW formado por un modulo articulado 5,7m, para conectar a caldera de biomasa,	300,00	1,00	300,00
		Sala de calderas				
1.15	Ud	Protección de incendios	Ud de Instalación para sala de calderas compuesta por: extintor de eficacia mínima 89B	80,00	2,00	160,00
1.16	Ud	Alumbrado de emergencia	Ud. de instalación eléctrica y mano de obra para el montaje y puesta en marcha de la instalación	300,00	1,00	300,00
		Total Cap 1. Producción calor.				43.814,10

2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Nº	Ud	CONCEPTO	REFERENCIA	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD	TOTAL (€)
		Primario calefacción				
2.1	Ud	Bomba Circuladora	Bomba de rotor seco. Marca EBARA. Modelo. LPS 40/25M. Con una velocidad de funcionamiento de 2800 r.p.m / 0,25 kW	750,00	1,00	750,00
2.2	Ud	Botella de equilibrado	Marca Sedical. Negro DIN 2440, para 4 entradas y 2 salidas, purgador automático y bote de desaire, Aislamiento lámina	250,00	1,00	250,00
2.3	Ud	Juego de Colectores para distribución de ida y retorno	Incluso manguitos adaptadores. Marca Sedical, presostato, juegos de bridas, soldadura, p/p de calorifugado con espuma elastomérica de 30 mm. de espesor.	150,00	4,00	600,00
2.4	Ud	Interconexión de calderas con colectores y diferentes aparatos	Mediante tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol manguitos de unión, de diámetros (40,50, 63,75,90) mm, incluso válvulas de corte, calorifugado con espuma elastomérica de 30 mm. Incluido Acometida agua fría con sala de calderas.	800,00	1,00	800,00
2.5	Ud	Válvula de retención	Marca GESTRA 75, Md. RK71/80	40,00	2,00	80,00

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

2.6	Ud	Válvula de equilibrado	hierro fundido, con interior en metal, DN 75, con preajuste de caudal, Marca Sedical, Mod k-Flow contomas de presión y dispositivo de vaciado, conexión embreadada.	200,00	2,00	400,00
2.7	Ud	Válvula de mariposa	Corte compuesta circuitos, Marca Sedical. Md 16PE/80, tipo Wafer, para montaje entre bridas, cuerpo de aluminio.	30,00	6,00	180,00
2.8	Ud	Acoplamiento antivibratorio de pared	Acoplamiento antivibratorio de pared múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso, marca BOA modelo FB16-2L/80	90,00	2,00	180,00
2.9	Ud	Filtro colador	Filtro colador tipo Y con bridas PN16, Marca Sedical. modelo FY-B/65 con cuerpo en hierro gris GG.	50,00	2,00	100,00
2.10	Ud	Purgador automático	Purgador automático de aire marca SPIROTEX md. spirotop de ½".	20,00	2,00	40,00
2.11	Ud	Bote para desaire	Marca Sedical, formado por 0,15 m de tubería de 1", incluso válvula de esfera de ½" Marca Arco.	10,00	2,00	20,00
2.12	Ud	Manómetro,	Marca LANDIS,	10,00	2,00	20,00

PRESUPUESTO

- 6 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			escala 0-120°C y 0-4 Bar de Presión, 75 mm. esfera, conexión 1/2".			
2.13	Ud	Termómetro	Marca LANDIS, escala 0-120°C, 80 mm. de D. esfera, conexión 1/2", longitud 100 mm.	15,00	2,00	30,00
		Circuito calefacción				
2.14	Ud	Bomba Circuladora Montante Este	Bomba de rotor seco. Marca EBARA. Modelo. LPS 25/08M Con una velocidad de funcionamiento de 2800 r.p.m./0.08 kW	640,00	1,00	650,00
2.15	Ud	Bomba Circuladora Montante Oeste	Bomba de rotor seco. Marca EBARA. Modelo. LPS 25/10M. Con una velocidad de funcionamiento de 2800 r.p.m./0.10 kW	660,00	1,00	650,00
2.16	Ud	Válvula tres vías	Válvula de sector de tres vías. Marca SIEMENS-LANDIS para instalaciones de agua caliente en circuitos cerrados Md. RJRF1	50,00	6,00	300,00
2.17	Ud	Válvula de equilibrado	Válvula de equilibrado de hierro fundido, con interior en a metal, con preajuste de caudal. Marca Sedical, Md. 52-181-065	40,00	6,00	240,00
2.18	Ud	Válvula de mariposa	Corte circuitos. Marca Sedical. Md 16PE/75, tipo Wafer, para montaje entre bridas, cuerpo de aluminio.	30,00	6,00	180,00

PRESUPUESTO

- 7 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

2.19	Ud	Válvula de esfera paso	Válvula de esfera paso total de 1 ¼". Marca Arco.	10,00	4,00	40,00
2.20	Ud	Acoplamiento antivibratorio de pared	Acoplamiento antivibratorio de pared múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso. Marca BOA modelo FB16-2L/80	90,00	2,00	180,00
2.21	Ud	Filtro colador	Filtro colador tipo Y con bridas PN16. Marca Sedical, modelo FY-B/65 con cuerpo en hierro gris GG.	50,00	2,00	100,00
2.22	Ud	Purgador automático	Purgador automático de aire marca SPIROTEX md. spirotop de ½".	20,00	2,00	40,00
2.23	Ud	Válvula de retención	Marca GESTRA .70 Md. RK71/80	40,00	2,00	80,00
2.24	Ud	Bote para desaire	Marca Sedical. Formado por 0,15 m de tubería de 1", incluso válvula de esfera de ½" Marca Arco.	10,00	4,00	40,00
2.25	Ud	Manómetro,	Marca LANDIS, escala 0-120°C y 0-4 Bar de Presión, 75 mm. de día. esfera, conexión ½".	10,00	2,00	20,00
2.26	Ud	Sonda temperatura	Marca LANDIS, escala 0-120°C, 80 mm. de D. esfera, conexión ½", longitud 100 mm.	20,00	4,00	80,00

PRESUPUESTO

- 8 -

		Red general distribución calefacción				
2.27	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 75 PE 61,4 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 75 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica de 30 mm.	22,00	8,00	176,00
2.28	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 63 PE 51,4 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 63 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica de 30 mm.	19,00	16,00	304,00
2.29	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 50 PE 40,8 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 50 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica de 30 mm.	16,00	53,70	859,20
2.30	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 40 PE 32,6 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 40 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica de 30 mm.	14,00	11,2	156,80

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

2.31	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 25 PE 20,4 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 25 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica de 19 mm.	12,00	6,2	74,40
2.32	Ud	Válvula de mariposa	Corte circuitos en sala de calderas y circuitos de calefacción de DN 63. Marca Sedical, Md 16PE/65.	28,00	4,00	112,00
2.33	Ud	Válvula de esfera	Válvula de esfera paso total, vaciado Instalación de Calefacción. Marca Arco.	17,00	4,00	68,00
		Red individual distribución calefacción				
2.34	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 20 PE 16,2 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 20 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica de 19 mm.	11,00	572,00	6292,00
2.35	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 16 PE 12,4 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 16 mm, calorifugado con coquilla de espuma	10,00	2548,00	25480,00

PRESUPUESTO

- 10 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			elastomérica de 19 mm.			
2.36	Ud	Contador electrónico de Calorías	Marca LANDIS&STAefa o similar, md. MEGATRON 2 WFN21.D111, para un caudal nominal de 1,5 m³/h y temperatura máxima de 90 °C.	68,00	26,00	1768,00
2.37	Ud	Válvula de equilibrado vivienda	Roscada de hierro fundido, con interior en metal, DN 20, con preajuste de caudal, Marca Sedical, Md. STAD 52-151-220, para Kvs 5,70 m³/h. con tomas de presión y dispositivo de vaciado,	40,00	26,00	1040,00
2.38	Ud	Válvula Detentor	Kv regulable manual de doble reglaje con lectura directa del Kv, DN 16, Marca Sedical , Md. STK 50-007-720, para Kvs 4,5 m³/h. conexión.	15,00	26,00	390,00
2.39	Ud	Válvula de esfera	Paso total, de DN 20. Marca Arco. Md. HR	10,00	78,00	780,00
2.40	Ud	Termostato ambiente	Termostato ambiente. marca SIMON. Mod.82 regulación de 10° a 30°C,	45,00	26,00	1170,00
2.41	Ud	Válvula tres vías vivienda	Válvula de sector de tres vías SIEMENS-LANDIS para instalaciones de agua caliente en circuitos cerrados Md. RJRF2	25,00	26,00	650,00

PRESUPUESTO

- 11 -

2.42	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 600/300	Mod. PCCP 600/300 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	46,70	14,00	653,80
2.43	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 600/450	Mod. PCCP 600/450 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	48,60	2,00	97,20
2.44	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 600/600	Mod. PCCP 600/600 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	50,60	6,00	303,6
2.45	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 600/750	Mod. PCCP 600/750 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	62,70	5,00	376,20
2.46	Ud	Radiador de panel de chapa de	Mod. PCCP 600/900 incluso racores de conexión de 16 mm,	74,20	5,00	371,00

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

		acero ROCA, mod. PCCP 600/900	soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi- poliester en blanco.			
2.47	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 600/1050	Mod. PCCP 600/1050 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi- poliester en blanco.	83,20	4,00	332,80
2.48	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 600/1200	Mod. PCCP 600/1200 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi- poliester en blanco.	95,10	6,00	570,60
2.49	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 600/1350	Mod. PCCP 600/1350 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi- poliester en blanco.	125,10	3,00	375,30
2.50	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 600/1500	Mod. PCCP 600/1500 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi- poliester en blanco.	140,40	1,00	140,40

PRESUPUESTO

- 13 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

2.51	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 300/300	Mod. PCCP 300/300 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	43,40	22,00	954,80
2.52	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 300/450	Mod. PCCP 300/450 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	45,30	12,00	543,60
2.53	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 300/600	Mod. PCCP 300/600 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	47,70	5,00	238,50
2.54	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 300/750	Mod. PCCP 300/750 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	60,80	17,00	1033,60
2.55	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 300/900	Mod. PCCP 300/900 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de	65,60	16,00	1049,60

PRESUPUESTO

- 14 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			acabado epoxi- poliester en blanco.			
2.56	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 300/1050	Mod. PCCP 300/1050 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi- poliester en blanco.	74,40	12,00	892,80
2.57	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP 300/1200	Mod. PCCP 300/1200 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi- poliester en blanco.	86,00	2,00	173,20
2.58	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PT 500	Mod. PT 500 600/500 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi- poliester en blanco.	49,20	12,00	590,40
2.59	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PT 500	Mod. PT 500 1350/500 incluso racores de conexión de 16 mm, soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi- poliester en blanco.	115,60	4,00	462,40
		Varios calefacción				
2.60	Ud	Sistema de llenado de la	Compuesto de un Depósito de llenado	250,00	1,00	250,40

PRESUPUESTO

- 15 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

		instalación	de 500 l. de capacidad con tapa, incluso rebosadero, válvula de flotador de 1¼", grupo electrobomba centrífugo Ebara, Contador de agua fría CONTAGUA Md. JU de diámetro 15 mm., Válvulas de corte y de retención de 1¼", tuberías de polietileno de diferente diámetros, accesorios, mano de obra de montaje, completo y colocado.			
2.61	Ud	Válvula de esfera paso	Total de DN 40 marca Arco, Md.HKV1.	25,00	5,00	125,00
2.62	Ud	Válvula de retención	De disco de, marca GESTRA, Md. RK71/80, Cuerpo de latón, disco, platillo y muelle de acero inoxidable,	90,00	2,00	180,00
2.63	m²	Bancada para caldera y bombas	En hormigón sobre base de corcho aglomerado de 5cm de espesor, incluso periferia para formación de bastidor, hormigón aplicado in situ. Md. ZX3	110,00	11,00	1210,00
2.64	Ud	Soportes y anclajes con silemblocs	Amortiguación, incluso, material de fijación. Md SR125	30,00	8,00	240,00
		Total Cap 2. Instalación calefacción				56.535,60

3. INSTALACIÓN ACS

Nº	Ud	CONCEPTO	REFERENCIA	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD	TOTAL (€)
		Sala de calderas A.C.S				
3.1	Ud	Intercambiador de placas de acero	Intercambiador circuito A.C.S. Inoxidable, Marca COMEVAL, Md. S1-12 TLA, serie S1,	350,00	1,00	350,00
3.2	Ud	depósito de acumulación 1000 litros	Depósito de acumulación A.C.S marca LAPESA modelo GEISER INOX GX 1000 RB Con boca de hombre lateral DN 400	1500,30	1,00	1500,30
3.3	Ud	Vaso de expansión	Depósito expansión 50 litros de capacidad marca PNEUMATEX, Md. Statico SD 50 o similar, preparados para soportar 10 Kgr/cm ² . Junto al depósito de acumulación	200,30	1,00	200,30
3.4	Ud	Bomba circuito primario	Bomba que se colocara entre la caldera y el intercambiador de ACS Bomba Marca EBARA. Modelo. LPS 25/08M2. Con una velocidad de funcionamiento de 2800 r.p.m. /0.08 kW monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia.	670,00	1,00	670,00
3.5	Ud	Bomba	Bomba que se	670,00	1,00	670,00

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

		circuito secundario	colocara entre el intercambiador y el deposito de acumulador de A.C.S Bomba Marca EBARA. Modelo. LPS 25/08M2. Con una velocidad de funcionamiento de 2800 r.p.m. /0.08 kW monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia.			
3.6	Ud	Grupo de presión de A.C.S	Grupo de presión con variador, homologado por la mancomunidad de aguas de Pamplona, marca EBARA modelo HIDRO-INVERTER, compuesto por un grupo de dos bombas de AP-HI 120/15-2 de 1.10 kW con variadores de frecuencia	3500,00	1,00	3500,00
3.7	Ud	Válvula Motorizada de sector de tres vías para instalaciones de agua caliente en circuitos cerrados	Cuerpo de fundición de hierro y eje de acero inoxidable, de doble junta tórica, de conexión embridada, con mando manual incorporado, DN 90 mm., Marca SIEMENS LANDIS Md. VXF31.80, Presión PN 10 bar, Temperatura máxima 110°C, conexión con contrabridas, con Servomotor electromecánico Marca LANDIS Md. SQX62.	150,00	1,00	150,00
3.8	Ud	Válvula de	Hierro fundido, con	170,00	2,00	340,00

PRESUPUESTO

- 18 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

		equilibrado	interior en metal, DN 65, con preajuste de caudal, Marca Sedical. Md. 52-181-065, para Kvs 85 m3/h.con tomas de presión y dispositivo devaciado, Tipo Staf, conexión embreadada			
3.9	Ud	Válvula de retención	De disco de DN 65, marca GESTRA	40,00	1,00	40,00
3.10	Ud	Válvula de retención	De disco de DN 25, marca GESTRA	30,00	1,00	30,00
3.11	Ud	Válvula de mariposa	Corte circuitos de DN 75, marca Sedical, Md 16PE/80 o similar, tipo Wafer, para montaje entre bridas.	40,00	4,00	160,00
3.12	Ud	Válvula de mariposa	Corte circuitos de DN 65, marca Sedical, Md 16PE/80 o similar, tipo Wafer, para montaje entre bridas.	30,00	3,00	90,00
3.13	Ud	Acoplamiento antivibratorio de pared	Múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso, marca BOA modelo FB16-2L/65,	70,00	6,00	42,00
3.14	Ud	Manómetro,	Marca LANDIS, escala 0-120°C y 0-4 Bar de Presión, 80 mm. Esfera, conexión 1/2", incluso 3 llaves de bola de 1/2".	25,00	4,00	100,00
3.15	Ud	Termómetro,	Marca LANDIS, escala 0-120°C y 0-4 Bar de Presión, 80 mm. Esfera, conexión	22,00	4,00	88,00

PRESUPUESTO

- 19 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			100 mm latón			
3.16	Ud	Purgador automático de aire	Marca SPIROTEX md. spirotop de ½", incluso válvula de esfera de interceptación Orkli de ½".	11,00	2,00	22,00
3.17	Ud	Bote para desaire formado por 0,15 m	Marca Sedical. Tubería de 1", incluso válvula de esfera de ½" Marca Orkli	10,00	3,00	30,00
		Red general distribución A.C.S				
3.18	Ud	Bomba retorno A.C.S. Circuito Este	Correspondiente al retorno del A.C.S. Bomba Marca EBARA. Modelo. LPS 25/05M. Con una velocidad de funcionamiento de 2800 r.p.m. /0.05 kW monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia.	540,00	1,00	540,00
3.19	Ud	Bomba retorno A.C.S. Circuito Oeste	Correspondiente al retorno del A.C.S. Bomba Marca EBARA. Modelo. LPS 25/05M. Con una velocidad de funcionamiento de 2800 r.p.m./0.05 kW monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia.	540,00	1,00	540,00
3.20	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 63 PE 51,4 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 63 mm, calorifugado con coquilla de espuma	19,00	64,00	1216,00

PRESUPUESTO

- 20 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			elastomérica climaflex de 30 mm.			
3.21	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 50 PE 40,8 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 50 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 30 mm.	16,00	11,70	187,20
3.22	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 40 PE 32,6 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 40 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 30 mm.	14,00	76,50	1071,00
3.23	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 63 PE 51,4 mm Ø Int. A.Fría	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 63 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 30 mm.	19,00	74,00	1406,00
3.24	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 50 PE 40,8 mm Ø Int. A.Fría	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 50 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 30 mm.	16,00	21,70	347,20

PRESUPUESTO

- 21 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

3.25	Ud	Válvula de mariposa	Corte circuitos en sala de calderas y circuitos de calefacción de DN 65-2½", marca Sedical, Md 16PE/65.	25,00	4,00	100,00
3.26	Ud	Válvula de equilibrado de hierro fundido	Interior en metal, DN 50, con preajuste de caudal, Marca Sedical, Md. 52-151-250, con tomas de presión y dispositivo de vaciado, Tipo Stad, conexión roscada,	60,00	2,00	120,00
3.27	Ud	Válvula de esfera paso	Total, vaciado circuitos de A.C.S, de marca ORKLI. Md 1	5,00	4,00	200,00
		Red interior distribución A.C.S				
3.28	Ud	Contador Volumétrico individual	Tipo de impulsor de turbina simple mecánica de agua caliente o fría, marca LANDIS&STAEFA o similar, md. WFU27.80, para un caudal nominal de 1,5 m³/h. y máximo de 3 m³/h., Temperatura máxima 90 °C. conexión rosca ,	55,00	26,00	1430,00
3.29	Ud	Contador Volumétrico general	Tipo de impulsor de turbina simple mecánica de agua fría, marca LANDIS&STAEFA o similar, md. WFU27.110	112,00	1,00	112,00
3.30	Ud	Válvula de esfera paso	Total, circuitos de A.C.S. DN 25, marca ORKLI	112,00	26,00	2912,00

PRESUPUESTO

- 22 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

3.31	Ud	Valvula de paso	Llave de esfera de DN 25, marca GESTRA, Md. MB14/25, PN 16, Cuerpo de latón.	25,00	152,00	3800,00
3.32	Ud	Válvula de retención	de disco de DN 25, marca GESTRA, Md. MB14/25, PN 16, Cuerpo de latón, disco, platillo y muelle de acero inoxidable,	20,00	6,00	120,00
3.33	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 32 PE 26,2 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 32 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 20 mm.	11,00	8,00	88,00
3.34	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 25 PE 20,4 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 25 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 20 mm.	10,00	640,00	6400,00
3.35	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 20 PE 16,2 mm Ø Int.	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 20 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 20 mm.	9,50	156,00	1482,00
3.36	ML	Tuberías de polietileno	Tuberías de polietileno reticulado	8,00	432,00	3456,00

PRESUPUESTO

- 23 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

		reticulado DN 12 PE 8,4 mm Ø Int.	de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 12 mm, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 20 mm.			
3.37	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 32 PE 26,2 mm Ø Int. A.Frías	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 32 mm. calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 20 mm.	11,00	234,00	2574,00
3.38	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 25 PE 20,4 mm Ø Int. A.Frías	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 25 mm. calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 20 mm.	10,00	410,00	4100,00
3.39	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 20 PE 16,2 mm Ø Int. A.Frías	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 20 mm. calorifugado con coquilla de espuma elastomérica climaflex de 20 mm.	9,50	156,00	1482,00
3.40	ML	Tuberías de polietileno reticulado DN 12 PE 8,4 mm Ø Int. A.Frías	Tuberías de polietileno reticulado de sistema BARBI S5 de industrial Blansol accesorios de unión, de diámetro 12 mm. calorifugado con coquilla de espuma	8,00	432,00	3456,00

PRESUPUESTO

- 24 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			elastomérica climaflex de 20 mm.			
3.41	Ud	Bañeras < 1,4 m	Marca ROCA BAÑERA CONTESA BL.140 con Grifo monomando incluido.	83,00	18,00	1494,00
3.42	Ud	Platos de ducha	Marca ROCA PLATO DUCHA MALTA, blanco, con Grifo monomando incluido.	92,00	18,00	1656,00
3.43	Ud	Lavabos	Marca ROCA LAVABO JAVA, Blanco, con Grifo monomando incluido.	67,00	42,00	2814,00
3.44	Ud	Inodoros	Marca ROCA DAMA BL. ASIENTO Y TAPA WC ROCA DAMA BL. TANQUE COMPLETO ROCA DAMA BL. TAZA T/B S/H, Blanco.	220,00	42,00	9240,00
3.45	Ud	Bidés	Marca ROCA VICTORIA BL.BIDE ROCA VICTORIA BL.BIDE TAPA, Blanco, con Grifo monomando incluido.	70,00	18,00	1260,00
		Total Cap 3. Instalación A.C.S				60.916,00

4. INSTALACIÓN SOLAR

Nº	Ud	CONCEPTO	REFERENCIA	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD	TOTAL (€)
		Instalación solar				
4.1	Ud	Colector solar plano	Ud de colector solar plano marca Wagner & CO Euro C20 AR, con 2,39 m ² de superficie útil, para montaje en obra en baterías de 2 colectores, incluso manguitos necesarios de conexión entre colectores, de interconexión entre colectores y entre baterías, tapones finales, piezas de anclaje a bastidor metálico, mano de obra de montaje completo y colocado.	460,00	14,00	6440,00
4.2	Ud	Soporte y anclajes	Acero galvanizado para batería de 2 captadores, especialmente diseñado para soportar 2 captadores Wagner & CO Euro C20 AR	90,30	7,00	632,10
4.3	Ud	Vainas de inmersión	Marca Arco. Ud de juego de vainas de inmersión, incluso pequeño material.	25,00	2,00	50,00
4.4	Ud	Ud de purgador automático en latón,	Marca SPIROTEX. Md Especial para sistemas solares, , para 150°C y	33,80	14,00	473,20

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			PN10 incluso accesorios de fijación, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.			
4.5	Ud	Ud de válvula de esfera	Marca Arco Para 150°C y presión máxima 15 bar, cuerpo y esfera de latón OT-58 crom. Duro y prensaestopas de teflón (PTFE), incluso accesorios de conexión, pequeño material, mano de obra de colocación y pruebas.	5,60	42,00	235,20
4.6	L	Líquido caloportador	Marca Tyfocor G-LS o similar, en recipiente desechable de 25 L.	7,80	51,26	399,83
4.7	Ud	Aerotermino mural	Marca GREENHEIS mod. VAB-50 equipado con batería de intercambio de calor fabricada en cobre-aluminio, ventilador helicoidal silencioso con motor trifásico 220/380v. con envoltorio de plancha de acero pintada.	470,00	1,00	470,00
		Red distribución paneles solares				
4.8	ML	M.l. de tubería de cobre rígido DN 26/28 26mm Ø Int	Estirado en frío según UNE 37141 y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso	7,50	27,20	204,00

PRESUPUESTO

- 27 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			casquillos internos de refuerzo, accesorios, tes y codos, soportes y material de soldadura.			
4.9	ML	M.I. de tubería de cobre rígido DN 10/12 10mm Ø Int	Estirado en frío según UNE 37141 y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso casquillos internos de refuerzo, accesorios, tes y codos, soportes y material de soldadura.	5,10	60,00	306,00
4.10	ML	M.I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica	Marca Climaflex SHT modelo SOLAR , o similar. De espesor 20 mm, incluso material diverso necesario, totalmente colocado, para tubería de Diámetro exterior 28mm.	14,40	27,20	1391,68
4.11	ML	M.I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica	Marca Climaflex SHT modelo SOLAR , o similar. De espesor 20 mm, incluso material diverso necesario, totalmente colocado, para tubería de Diámetro exterior 12mm.	12,50	60,00	750,00
4.12	Ud	Válvula de equilibrado de hierro fundido	Interior en metal, DN 25, con preajuste de caudal, Marca Sedical, Md. 52-151-025, para Kvs 17 m³/h. con tomas de presión, Tipo Stad, conexión roscada, incluso soldadura, juntas y	35,20	6,00	211,20

PRESUPUESTO

- 28 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			accesorios.			
		Elementos instalación solar en sala de calderas				
4.13	Ud	Intercambia- dor de placas de acero inoxidable	Intercambiador solar Marca COMEVAL, Serie S1 mod. S1-9 TLA, - Presión de trabajo: hasta 16 Bar. Temp. primario en °C: 80-69 °C. Temp. secundario en °C: 10-50 °C. Temperatura max de diseño: 130 °C	320,60	1,00	320,60
4.14	Ud	Vaso de expansión	Vaso de expansión solar cerrado de membrana de VN 80 litros. (VN Volumen nominal) para una presión de trabajo de 3 bar, Marca PNEUMATEX STATICO mod. SD. Diámetro 505 mm accesorios y pequeño material necesario, mano de obra de montaje completo y colocado.	290,00	1,00	290,00
4.15	Ud	Depósito de acumulación	Depósito de acumulación solar marca LAPESA modelo MASTER INERCIA MV 2000- I Con boca de hombre lateral DN 400 Capacidad (l): 2000 litros. Tª máxima (°C): Hasta 100 °C. Presión máxima (bar): 8 bar. Incluso tramo de tubería de conexión,	2100,00	1,00	2100,00

PRESUPUESTO

- 29 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			conexiones, patas y elementos de sujeción para colocación,			
4.16	Ud	Vaso de expansión	Depósito expansión 70 litros de capacidad marca PNEUMATEX, Md. Statico SD 70 o similar, preparados para soportar 10 Kgr/cm ² . Junto al depósito de acumulación solar	280,00	2,00	160,00
4.17	Ud	Bomba circuito primario	Bomba que se colocara entre el colector solar y el intercambiador solar Bomba Marca EBARA. Modelo. LPS 25/08M3. Con una velocidad de funcionamiento de 2800 r.p.m./ 0.08 kW, monofásica a 230 V	650,00	2,00	1300,00
4.18	Ud	Bomba circuito secundario	Bomba que se colocara entre el intercambiador solar y el deposito de acumulador solar Bomba Marca EBARA. Modelo. LPS 25/08M3. Con una velocidad de funcionamiento de 2800 r.p.m./ 0.08 kW, monofásica a 230 V	650,00	2,00	1300,00
4.19	Ud	Válvula de mariposa, corte circuitos	De DN 25, marca VAMEIN, Md 167PE/80 o similar, tipo Wafer, para montaje entre bridas, cuerpo de aluminio,	30,10	6,00	180,60
4.20	Ud	Válvula de	Con actuador eléctrico	182,50	2,00	365,00

PRESUPUESTO

- 30 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

		zona de 3 vías	para regulación del circuito secundario, con vástago de acero inoxidable y cuerpo de latón forjado, montaje roscada en impulsión, con mando manual, DN 40 mm., Marca LANDIS Md. STC5.VGZ40, Presión PN 10 bar,			
4.21	Ud	Acopla- miento antivibratorio de pared	Múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso, marca BOA modelo FB16-2L/32.	42,60	4,00	170,40
4.22	Ud	Filtro colador	Marca Sedical. Tipo Y con bridas PN16, modelo FY-B/40 con cuerpo en hierro gris GG,	35,60	2,00	71,20
4.23	Ud	Válvula de equilibrado	De hierro fundido, con interior en metal, DN 28, con preajuste de caudal, Marca Sedical o similar, Md. 52-151- 032, para Kvs 20 m³/h. con tomas de presión, Tipo Stad, conexión roscada.	40,20	7,00	281,40
4.24	Ud	Válvula de esfera	Marca Arco.DN 12 Md.M-H, para 150°C presión máxima 15 bar, cuerpo y esfera de latón OT-58 crom.	40,20	14,00	562,80
4.25	Ud	Válvula antirretorno	Marca Arco. Md. H-H, clapeta oscilante, cuerpo de latón,	13,00	4,00	52,00

PRESUPUESTO

- 31 -

Unai Borda García

Universidad Pública de Navarra

			con asiento metálico, muelle de acero inoxidable, presión máxima 8 bar y temperatura máxima 110 °C,			
4.26	Ud	Termómetro de esfera	Bimetálico, con conexión posterior 1/2", con sonda rígida, vainas de latón 50 mm y graduación de 0-120°C, marca CEWAL.	7,50	4,00	30,00
4.27	Ud	Manómetro	Marca LANDIS o similar, escala 0-120°C y 0-4 Bar de Presión, 80 mm. esfera, conexión 1/2", incluso 3 llaves de bola de 1/2".	27,50	4,00	110,00
4.28	Ud	Purgador automático de aire	Marca SPIROTEX md. spirotop de 1/2", incluso válvula de esfera de interceptación Arco, OrkliI de 1/2".	14,95	7,00	104,65
4.29	Ud	Contador de calorías	Contador de calorías SIEMENS LANDIS STAEFA, para 6 m³/h con medidor de caudal por ultrasonidos para una temperatura máxima de agua de 140°C, DN 25.	228,60	1,00	228,60
		Total Cap 4. Instalación solar.				19.190,46

PRESUPUESTO

- 32 -

5. MANO DE OBRA

○ **INSTALACIÓN CALEFACCIÓN:**

Trabajarán 6 personas, durante 30 días, 8 horas al día a 23 € la hora.

TOTAL MANO DE OBRA CALEFACCIÓN = 33.120 €

○ **INSTALACIÓN ACS:**

Trabajarán 4 personas, durante 30 días, 8 horas al día a 23 € la hora.

TOTAL MANO DE OBRA ACS = 22.080 €

○ **INSTALACIÓN SOLAR:**

Trabajarán 3 personas, durante 15 días, 8 horas al día a 23 € la hora.

TOTAL MANO DE OBRA SOLAR = 8.280 €

TOTAL MANO DE OBRA: 63.480 € .

6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Total Cap 1. Producción calor.	43.814,10 € .
Total Cap 2. Instalación calefacción.	56.535,60 € .
Total Cap 3. Instalación A.C.S.	60.916,00 € .
Total Cap 4. Instalación solar.	19.190,46 € .
Total Cap 5. Mano de obra.	63.480,00 € .

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL: 243.936,16 €

Gastos generales y beneficio industrial (15%): 36.590,42 €

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA SIN IVA: 280.526,58 €

I.V.A. (18 %): 50.494,78 €

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA CON IVA: 331.021,36 €

Honorarios Ingeniero Técnico Industrial: (6%): 14.636,17 €

I.V.A. Honorarios (18 %): 2.634,51 €

TOTAL PRESUPUESTO HONORARIOS INGENIERO: 17.270,68 €

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL: 348.292,04 €

El presupuesto general del proyecto asciende a la cantidad de **TRESCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON CUATRO CENTIMOS.**

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO
SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA.

Pamplona, 25 de Junio de 2012

Autor: Unai Borda García



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS.
CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Unai Borda García

Jose V. Valdenebro García

Pamplona, 25 de Junio de 2012

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. OBJETO Y PROPIEDAD.....	3.
2. REDACTOR DEL ESTUDIO.....	3.
3. PRESUPUESTO Y PLAZO PARA LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	3.
4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO.....	4.
5. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	4.
6. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA.....	5.
7. CONSIDERACIÓN GENERAL DE RIESGOS.....	6.
8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES SEGÚN LAS TAREAS.....	7.
9. APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	9.
10. BOTIQUÍN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	10.
11. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	10.
12. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD..	11.
13. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	11.
14. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	12.
15. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS..	13.

16. LIBRO DE INCIDENCIAS.....	14.
17. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	15.
18. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	15.
19. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	15.
○ ANEXO: REAL DECRETO 1627/1.997 ANEXO IV.....	16.

1. OBJETO Y PROPIEDAD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se redacta, como aplicación del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El estudio establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, durante la realización de la instalación, así como es también una información útil para efectuar los posteriores trabajos de mantenimiento de la misma, en las debidas condiciones de seguridad y salud.

La obra que se va a realizar es la “instalación de ACS y calefacción de 18 viviendas en un mismo edificio, con sistema de producción de calor mediante caldera de biomasa centralizada con apoyo solar, ubicado en la localidad de Peralta”, (Navarra).

2. REDACTOR DEL ESTUDIO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, ha sido redactado por el Ingeniero Técnico Industrial Unai Borda García.

3. PRESUPUESTO Y PLAZO DE LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

El precio de ejecución material de la instalación es de El presupuesto general del proyecto asciende a la cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON CUATRO CENTIMOS. (348.292,04 €).Según se observa en el presupuesto desglosado que acompaña a este proyecto.

El plazo estimado de realización de la instalación es de 30 días laborales con 13 operarios en el lugar de trabajo.

4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO

Se ha desarrollado un **Estudio Básico de Seguridad y Salud**, en lugar de un Estudio de Seguridad y Salud, porque en aplicación del punto 2 del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, en la obra no se dan ninguno de estos cuatro casos:

1. El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto, sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €). Esto se comprueba en el apartado del presupuesto incluido en este proyecto.
2. La duración de la obra sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
3. La suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra, sea superior a 500 días.
4. Se trate de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

5. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra, objeto de este Estudio Básico de seguridad y Salud, consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra e instalaciones para desarrollar posteriormente la actividad de:

Ejecución de instalación de ACS y calefacción de 18 viviendas en un mismo edificios, con sistema de producción de calor mediante caldera de biomasa centralizada con apoyo solar.

TIPO DE OBRA: Instalación.

PROYECTISTA: Unai Borda García.

COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE PROYECTO: Unai Borda García.

DATOS DE LA OBRA: Dicho edificio consta de cuatro plantas repartidas en: Planta baja, (zona de garaje/trastero y caldera, contadores, etc.) Primera planta, (8 viviendas denominadas simples en una sola planta). Segunda planta, (8 viviendas tipo dúplex y 2 simples en una sola planta). Tercera planta, (los segundos pisos de los dúplex de la segunda planta y sus correspondientes terrazas).Cubierta, (donde se ubicará los paneles solares, aerotermo, telecomunicaciones, etc.)

La planta del ático consta de terrazas, por lo que restringe en cierta forma el área de de cubierta tipo tejado.

La planta baja no necesita ser calefactadas, por lo que las instalaciones diseñadas cubrirán la demanda de las planta primera, segunda, tercera-ático. En total serán 18 viviendas localizadas en un mismo edificio con caldera de biomasa centralizada.

DIRECCIÓN / POBLACIÓN: El edificio se encuentra ubicado en una parcela urbanizada delimitada por las siguientes calles:

- Calle de San Blas.
- Travesía Ega.
- Calle Don Antonio Sagardia.
- Avenida Leizaur.

El edificio proyectado está situado la localidad de Peralta. (Navarra).

La descripción más detallada de las obras, así como los planos correspondientes, se encuentran en el proyecto que se completa con este Estudio Básico de Seguridad y Salud, (documento CÁLCULOS y PLANOS), por lo tanto no se considera oportuno extenderse más sobre este tema.

6. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA

A continuación se realiza una enumeración de la legislación aplicable en la obra, en materia de seguridad y salud.

La no aparición de alguna norma en materia de seguridad y salud en el listado, no exime de la obligatoriedad de su cumplimiento.

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D. 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención en el sector de las obras de construcción.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de Abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

- R.D. 664/1997 de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997 de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 de 27 de Noviembre, de aproximación de las legislaciones sobre seguridad en las máquinas.
- Aparatos elevadores para obras B.O.E. 14-05-77.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Seguridad y Salud de los trabajadores.

7. CONSIDERACIÓN GENERAL DE RIESGOS

RIESGOS DERIVADOS DEL EMPLAZAMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIO PARA SU DESARROLLO.

No se deduce un nivel de riesgos superior al normal en este aspecto ya que el lugar donde se va a realizar la reforma, no tiene problemas de acceso o de topografía.

TIPOLOGÍA DE RIESGOS Y PELIGROSIDAD DERIVADA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA.

- Por sus características naturales:

No se prevé ningún tipo de riesgo específico desde el aspecto topográfico.

- Por sus características urbanas:

Los riesgos propios de cualquier obra de estas características.

RIESGOS CONDICIONADOS POR EL PRESUPUESTO Y EL PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.

En el presupuesto de las obras y en el pliego de condiciones del proyecto, se recogen partidas presupuestarias y necesidad de establecer todo tipo de medidas de seguridad. Además el plazo de ejecución puede considerarse perfectamente normal. Por tanto no se dan especiales riesgos condicionados por una limitación económica o un plazo de ejecución extremadamente breve, circunstancias estas que aumentan considerablemente el riesgo de accidentes.

8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES SEGÚN LAS TAREAS

A continuación se ofrece una relación de los riesgos más frecuentes en la ejecución de una instalación de calefacción y gas en un edificio de nueva construcción, las medidas preventivas y las protecciones individuales a emplear en dicha ejecución:

<i>RIESGOS</i>	<i>MEDIDAS PREVENTIVAS</i>	<i>PROTECCIONES INDIVIDUALES</i>
Caída de operarios al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Orden y limpieza en las superficies de paso. - Evitar derrames. - Evacuación de escombros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Casco de seguridad.
Caída de operarios a distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Barandillas, protecciones. - Andamios adecuados. - Escaleras auxiliares adecuadas. - Tableros o planchas en huecos horizontales. - Pasos o pasarelas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinturones de seguridad.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Protección o mallas para evitar la caída de objetos. - Evacuación de escombros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cascos de seguridad homologados.
Caída de objetos en manipulación	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de equipamiento auxiliar apropiado para el desplazamiento de cargas. - Protecciones o mallas para evitar la caída de objetos. - Uso de la maquinaria por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad homologados.
Caída de objetos desprendidos	<ul style="list-style-type: none"> - Protecciones o mallas para evitar la caída de objetos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad homologados.
Choque contra objetos inmóviles	<ul style="list-style-type: none"> - Orden y limpieza en las superficies de paso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad homologados.
Choque ó golpes contra objetos móviles	<ul style="list-style-type: none"> - Plataformas de descarga de material. - Establecer zonas de paso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de Seguridad. - Cascos de seguridad. - Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
Golpes-cortes por objetos o herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar el área de trabajo de las máquinas y de las zonas de tránsito. - Cumplimiento de las máquinas o de la reglamentación sobre seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad. - Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
Proyección de fragmentos o partículas, líquidos y gases.	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento adecuado de la maquinaria. - Carcasas o resguardo de protección de partes móviles de máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad. - Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. - Gafas o pantallas de seguridad. - Trajes aislantes.
Atrapamiento entre objetos y aplastamientos	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar el área de trabajo de las máquinas y las áreas de tránsito. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad.

	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras de protección contra caídas de objetos en vehículos. - Topes de aplazamiento de vehículos. 	
Atropamiento por vuelco de máquinas o vehículos	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras de protección contra vuelcos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinturones de seguridad.
Lesiones y/o cortes en las manos	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento adecuado de la maquinaria. - Uso de maquinaria por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
Lesiones y/o cortes en los pies	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento adecuado de la maquinaria. - Uso de maquinaria por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Botas o calzado de seguridad.
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> - Información sobre la masa de elementos a transportar. - Equipos adecuados de transporte de material. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinturones lumbares.
Cuerpos extraños en los ojos	<ul style="list-style-type: none"> - Carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gafas de seguridad.
Exposición a temperaturas ambientales extremas y contactos térmicos	<ul style="list-style-type: none"> - Control de las condiciones ambientales de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trajes aislantes. - Guantes de protección frente a contactos térmicos. - Pantallas de protección frente a elevadas temperaturas.
Contactos eléctricos (directos o indirectos)	<ul style="list-style-type: none"> - Banquetas aislantes de temperatura. - Pértigas - Herramientas manuales con aislamiento de seguridad para trabajos eléctricos. - Protecciones fijas o móviles con dispositivos de enclavamiento. - Pórticos limitadores de gálibo. - Medios auxiliares de topografía (cintas, jalones, miras...) dieléctricos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guantes aislantes de electricidad. - Calzado de seguridad. - Casco de seguridad. - Gafas de seguridad.
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilación. - Sustitución de las sustancias nocivas o tóxicas por otras que no lo sean. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mascarillas autofiltrantes. - Equipos de respiración autónomos o semiautónomos.
Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de maquinaria por personal autorizado. - Mantenimiento de la maquinaria en buen estado. - Organización de los materiales en la obra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guantes de protección frente a agresivos químicos. - Trajes de protección. - Pantallas o gafas de protección. - Calzados de seguridad.
Exposiciones de radiaciones y derivados de soldaduras	<ul style="list-style-type: none"> - Realización de trabajos de soldadura por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pantallas oculares filtrantes para soldadura. - Traje de protección frente a radiaciones.
Quemaduras	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de maquinaria por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Guantes de protección. - Ropa de trabajo.

Incendios.	<ul style="list-style-type: none"> - Extintores. - Bocas de incendio equipadas. - Columnas hidrantes exteriores. - Detectores automáticos de incendios. - Sistemas fijos de extinción. - Plan de emergencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trajes ignífugos.
Atropellos o golpes con vehículos	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar zonas de tránsito de personas y vehículos. - Señales visuales y/o acústicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinturón de seguridad
Ruido, contaminación acústica	<ul style="list-style-type: none"> - Información sobre emisión. - Pantallas de protección. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protectores auditivos.
Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Información sobre emisión. - Bancadas, amortiguadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guantes y botas especiales frente a vibraciones.
Mala Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> - Luz suficiente. - Iluminación de seguridad. 	
Fatiga	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos para transporte de material adecuado. - Espacio de trabajo suficiente. - Periodos de descanso. 	

9. APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

Mientras duren los trabajos los operarios deberán llevar casco de protección, así como guantes de obra.

Las zonas donde se vayan realizando los trabajos se acotarán mediante vallas metálicas y señalizaciones, evitando así el tránsito de personal no autorizado. También se señalizarán las zonas de salida de vehículos de transporte, y resto de maquinarias, garantizándose una velocidad de circulación adecuada para minimizar el posible riesgo a peatones o vehículos.

Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.

Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.

Se realizarán turnos adecuados entre los operarios para garantizar periodos de descanso suficientes.

Se instalará una caseta de obra para el personal que dispondrá de todos los servicios necesarios, como son taquillas individuales, lavabos e inodoros.

10. BOTIQUÍN Y PRIMEROS AUXILIOS

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

Se deberá disponer de un teléfono de fácil acceso junto al cual debe existir un cartel en el que aparezcan de forma clara y precisa los teléfonos de los servicios de urgencia.

Además se atenderán a todas y cada una de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras según el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, y que se adjunta a continuación.

11. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá incluir el Plan de Seguridad y Salud.

12. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

13. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador.

Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

14. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

- 1) Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

2) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

3) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

4) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

15. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- 1) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- 2) Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

3) Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

4) Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.

6) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.

7) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

16. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

17. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

18. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

19. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Se adjunta el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997:

- **Parte A:** disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en obras
- **Parte B:** disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.
- **Parte C:** disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

ANEXO:

ANEXO IV. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y DE SALUD QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS

Parte A: disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en obras.

Observación preliminar:

Las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. Ámbito de aplicación de la parte A:

La presente parte del anexo será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

2. Estabilidad y solidez:

a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

3. Instalaciones de suministro y reparto de energía:

a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

c) El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las

condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

4. Vías y salidas de emergencia:

a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

f) En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

5. Ventilación:

a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

6. Exposición a riesgos particulares:

a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

7. Temperatura:

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

8. Iluminación:

a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

b) Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

c) Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

9. Puertas y portones:

a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.

b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.

c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

10. Vías de circulación y zonas peligrosas:

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

11. Muelles y rampas de carga:

a) Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

12. Espacio de trabajo:

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

13. Primeros auxilios:

a) Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

b) Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

c) Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

d) En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

14. Servicios higiénicos:

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo. Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales. Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente. Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría. Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios. Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

d) Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

15. Locales de descanso o de alojamiento:

a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso

b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.

c) Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

d) Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento. Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

16. Mujeres embarazadas y madres lactantes:

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

17. Trabajadores minusválidos:

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

18. Disposiciones varias:

a) Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

Parte B: disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.

Observación preliminar:

Las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. Estabilidad y solidez.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

2. Puertas de emergencia.

a) Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.

b) Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y las puertas giratorias.

3. Ventilación.

a) En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas.

b) Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

4. Temperatura.

a) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

b) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

5. Suelos, paredes y techos de los locales.

a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.

b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.

c) Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

6. Ventanas y vanos de iluminación cenital.

a) Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse y fijarse por los trabajadores de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores.

b) Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

7. Puertas y portones.

a) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.

b) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

c) Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.

d) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

8. Vías de circulación.

Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida en que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

9. Escaleras mecánicas y cintas rodantes.

Las escaleras mecánicas y las cintas rodantes deberán funcionar de manera segura y disponer de todos los dispositivos de seguridad necesarios. En particular deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso.

10. Dimensiones y volumen de aire de los locales.

Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o su bienestar.

Parte C: disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

Observación preliminar:

Las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. Estabilidad y solidez.

a) Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

1º El número de trabajadores que los ocupen.

2º Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.

3º Los factores externos que pudieran afectarles.

En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

b) Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

2. Caídas de objetos.

a) Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se utilizarán, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.

b) Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.

c) Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

3. Caídas de altura.

a) Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

b) Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

c) La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

4. Factores atmosféricos.

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

5. Andamios y escaleras.

a) Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.

b) Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

c) Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:

1º Antes de su puesta en servicio.

2º A intervalos regulares en lo sucesivo.

3º Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

d) Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.

e) Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

6. Aparatos elevadores.

a) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:

1º Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.

2º Instalarse y utilizarse correctamente.

3º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

4º Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

c) En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.

d) Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que estén destinados.

7. Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales.

a) Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:

1º Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse correctamente.

c) Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

d) Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales.

e) Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

8. Instalaciones, máquinas y equipos.

a) Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

1º Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.

4º Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada. Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

9. Movimientos de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos y túneles.

a) Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

b) En las excavaciones, pozos, trabajos subterráneos o túneles deberán tomarse las precauciones adecuadas:

1º Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.

2º Para prevenir la irrupción accidental de agua, mediante los sistemas o medidas adecuados.

3º Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.

4º Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

c) Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.

d) Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

10. Instalaciones de distribución de energía.

a) Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.

b) Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

c) Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

11. Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas.

a) Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.

b) Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

c) Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

12. Otros trabajos específicos.

a) Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.

b) En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias, en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO
SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA.

Pamplona, 25 de Junio de 2012

Autor: Unai Borda García



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS.
CON APOYO SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18
VIVIENDAS EN PERALTA.

BIBLIOGRAFÍA

Unai Borda García

José V. Valdenebro García

Pamplona, 25 de Junio de 2012

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2.
2. NORMATIVAS.....	2.
3. CURSOS, LIBROS Y APUNTES.....	3.
4. PROGRAMAS INFORMÁTICOS.....	3.
5. CATÁLOGOS COMERCIALES.....	4.
6. PÁGINAS WEB.....	4.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la realización del proyecto de “instalación de Calefacción y A.C.S. (Agua caliente sanitaria) con apoyo de energía solar térmica y caldera de biomasa, que se llevará a cabo en 18 viviendas en un edificio de cuatro plantas en Peralta”, (Navarra), ha sido necesaria la consulta y recopilación de información de los siguientes documentos:

2. NORMATIVAS

Para la realización de este proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

1. CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACIÓN:

- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 28-marzo-2006).
- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 25-enero-2008).
- Real Decreto 1371/2007 de 19 de Octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 23-octubre-2007).
- Corrección de errores del Real Decreto 1371/2007 de 19 de Octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 23-octubre-2007).

Destacan los siguientes documentos:

- **Documento Básico HE Ahorro de Energía** (abril 2009).
Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

En sus apartados:

- HE 1 Limitación de Demanda Energética.
- HE 2 Rendimiento de las Instalaciones Térmicas.
- HE 4 Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria.

- **Documento Básico HS Salubridad.**

Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

En sus apartados:

- HS 1 Protección frente a la humedad
- HS 3 Calidad del Aire Interior.
- HS 4 Suministro de Agua.

2. REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS (RITE) Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS:

Destacan:

- Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE). Disposiciones generales. Ministerio de la presidencia .BOE (num. 207).29 de agosto de 2007.
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Ministerio de la presidencia. B.O.E.: 28 de febrero de 2008.
- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. Disposiciones generales. Ministerio de la presidencia BOE: 11 de diciembre de 2009.
- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. Ministerio de la presidencia BOE: 12 de febrero de 2010
- Segunda corrección de errores del Real Decreto 1826/2009. de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. Disposiciones generales. Ministerio de la presidencia BOE: 25 de mayo de 2010.
- Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo. B.O.E.: 18 de julio de 2003.
- Decreto Foral 54/2006, de 31 de julio, por el que se establecen medidas para la prevención y control de la legionelosis.

3. NORMAS UNE CORRESPONDIENTES:

Destacan:

- Norma UNE EN 442 para el cálculo de los emisores con DT 50°.
- Norma UNE EN 60 601. Reglamento Sala de Calderas.
- Norma UNE 53394, UNE 53399, UNE 53495, redes de tuberías.

4. CURSOS, LIBROS Y APUNTES

Destacan:

- Curso Ciclo Formativo Grado Medio, Técnico en montaje y mantenimiento de instalaciones de frío, climatización y producción de calor. Autores. César González Valiente / Rafael Ferrando Pérez.
- Curso Calefacción, Departamento construcción arquitectónica, Escuela Técnica Superior Las Palmas de Gran Canaria. Autores. Manuel Roca Suárez / Juan Carratalá Fuentes.
- Libro: “MANUAL DE INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE”. Autor. Francisco Martínez Sánchez
- Libro, “MECÁNICA DE FLUIDOS”. Autor. Frank M. White.
- Libro, “MECÁNICA DE FLUIDOS INCOMPRESIBLES Y TURBOMÁQUINAS HIDRÁULICAS”. Autor. José Agüera Soriano.
- Libro, “CLIMATIZACIÓN – CALEFACCIÓN”. Autor. Juan A. de Andrés y R. Pomatta.
- Apuntes consulta asignatura de Ingeniería Térmica, 2º I.T.I. (m).UPNA. Autor. Juan José Aguas Alcalde.
- Apuntes consulta asignatura de Mecánica de Fluidos, 2º I.T.I. (m).UPNA. Autor. Eduardo Pérez de Eulate
- Apuntes asignatura Climatización, 3º I.T.I (m).UPNA. Autor. Miguel Ángel Pascual.

5. PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Destacan:

- Autocad 2010 para la realización de planos.
- Powerpoint para la presentación del proyecto.
- Microsoft Word para la exposición del proyecto por escrito.
- Microsoft Excel para los cálculos y tablas del proyecto.

6. CATALOGOS COMERCIALES

Destacan:

- COMEVAL. (Intercambiadores de calor)
- EBARA.(Bombas).
- HERZ (Caldera de biomasa. Módulo control caldera).
- LAPESA. (Depósitos acumulación).
- PNEUMATEX (Vasos expansión, válvula de seguridad).
- SIMON. (Termostato).
- SEDICAL (Válvulas equilibrado, reguladores de caudal...).
- WAGNER & CO (Captadores solares).
- BAXI ROCA. (Radiadores).ROCA. (Aparatos sanitarios).
- BARBI de Industrial Blansol. (Tuberías de polietileno reticulado).
- SIEMENS - LANDIS & Staefa. (Contadores, control, válvula tres vías).

7. PAGINAS WEB

Destacan:

- www.google.es. scholar.google.es. (google académico).
- www.codigotecnico.org
- www.idae.es
- www.sedical.com
- www.wagner-solar.com
- www.construmatica.com
- www.soloarquitectura.com
- www.soloingeniería.net

Título del proyecto:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS. CON APOYO
SOLAR Y CALDERA DE BIOMASA. PARA 18 VIVIENDAS EN PERALTA.

Pamplona, 25 de Junio de 2012

Autor: Unai Borda García